

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO
NO APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E DESTINO FINAL DO
LIXO DOMÉSTICO DA CIDADE DE PELOTAS

HELENA BARRETO MATZENAUER

Florianópolis-SC

1998

HELENA BARRETO MATZENAUER

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO
NO APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E DESTINO FINAL DO
LIXO DOMÉSTICO DA CIDADE DE PELOTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia

Orientador: Prof. Leonardo Ensslin, Ph. D

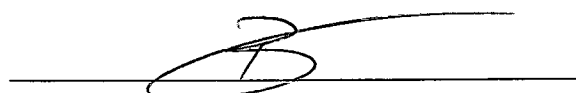
Florianópolis-SC

1998

HELENA BARRETO MATZENAUER

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO
NO APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE COLETA E DESTINO FINAL DO
LIXO DOMÉSTICO DA CIDADE DE PELOTAS**

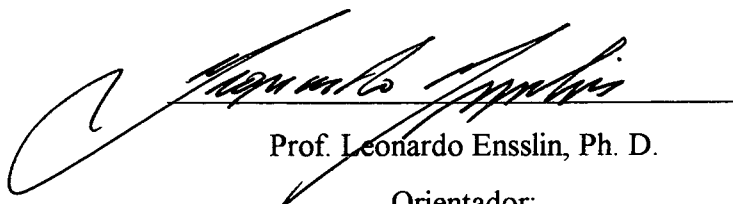
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia



Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.

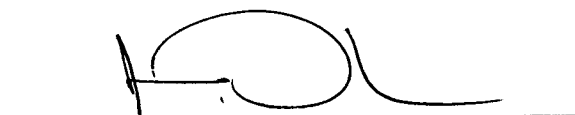
Coordenador

Banca Examinadora:

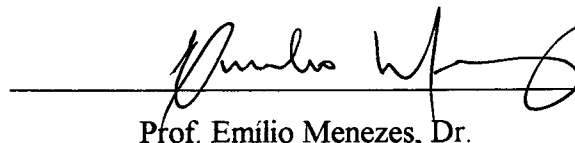


Prof. Leonardo Ensslin, Ph. D.

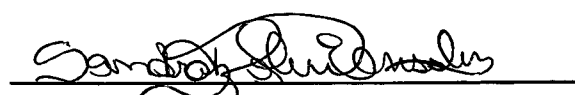
Orientador:



Prof. Álvaro G. Rojas Lezana, Dr.



Prof. Emílio Menezes, Dr.



Prof.^a. Sandra Rolim Ensslin, M. Sc.

A Alberto Luiz Matzenauer,
meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Leonardo Ensslin, orientador desta Dissertação, pela oportunidade de realizar o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas e pelo acompanhamento seguro, inteligente e sempre elucidativo.

A Edson Plá Monterroso, chefe da Divisão de Destinação Final do Lixo do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP), pelo empenho, ao longo de todo o Trabalho, em propiciar as condições necessárias para que este se realizasse.

À Universidade Católica de Pelotas e, em especial, à professora Lúcia Maria Machado Damé, assessora da Escola de Ciências Econômico-Empresariais, pelo estímulo e apoio indispensáveis para a realização do Curso e deste Trabalho.

À minha família, pelo encorajamento permanente e apoio incondicional em todos os momentos.

À Carmen Lúcia Matzenauer Hernandorena, minha irmã, por absolutamente tudo que sempre fez por mim, fonte inesgotável de carinho e incentivo.

A Carlos Alberto Purper Bandeira, meu grande amigo, pelo incentivo constante, sem o qual o Trabalho não teria sido realizado.

Aos meus sobrinhos Anna Lorea Matzenauer, Otávio Lorea Matzenauer e Mônica Lorea Matzenauer e à Helena Barreto dos Santos, minha prima, pelo auxílio que sempre me prestaram durante todo o Trabalho e pelas agradáveis horas de descontração.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
 INTRODUÇÃO	 1
 CAPÍTULO UM	
1. METODOLOGIAS MULTICRITÉRIOS EM APOIO À DECISÃO	3
1.1 Convicções Fundamentais	6
1.2 As Problemáticas	8
 CAPÍTULO DOIS	
2. ESTRUTURAÇÃO	12
2.1 Construção do Mapa Cognitivo	12
2.2 Construção de Árvores de Ponto de Vista	16
2.2.1 Propriedades dos Pontos de Vista Fundamentais e da Família de Pontos de Vista Fundamentais	16
2.3 Construção de Descritores	18
2.3.1 Classificação dos Descritores	19
2.3.2 Propriedades dos Descritores	23
2.3.3 Etapas para Construção de Descritores	25
2.3.4 Escolha na Utilização de Descritores	26
 CAPÍTULO TRÊS	
3. AVALIAÇÃO	28
3.1 Enquadramento da Avaliação	28

3.1.1 Independência Preferencial Ordinal e Cardinal entre Pontos de Vista Fundamentais.....	29
3.2 Métodos para Construção de Funções de Valor	32
3.2.1 Método Macbeth para Construção de Funções de Valor	33
3.2.1.1 Matrizes de Juízos de Valor	37
3.2.1.2 Construção da Escala de Valor Cardinal	38
3.2.2 Método Direct Rating para Construção de Funções de Valor	42
3.2.3 Método da Bisseção para Construção de Funções de Valor.....	44
3.3 Métodos para Determinação das Taxas de Substituição	47
3.3.1 Método Macbeth para Determinação das Taxas de Substituição.....	47
3.3.2 Método Trade-Off para Determinação das Taxas de Substituição.....	51
3.3.3 Método Swing Weights para Determin. das Taxas de Substituição	54
3.4 Determinação do Perfil de Impacto das Ações Potenciais	56
 CAPÍTULO QUATRO	
4. APLICAÇÃO PRÁTICA	59
4.1 Estruturação.....	59
4.1.1 Definição do Problema.....	59
4.1.2 Mapas Cognitivos.....	61
4.1.3 Árvores de Pontos de Vista	73
4.1.4 Construção de Descritores	80
4.2 Avaliação	108
4.2.1 Construção das Matrizes de Juízos de Valor e Escalas de Valor Cardinais dos Pontos de Vista	108
4.2.2 Determinação das Taxas de Substituição.....	122
4.2.3 Determinação do Perfil de Impacto das Alternativas.....	128
4.2.4 Análise dos Resultados	131
 CONCLUSÕES	 138
 BIBLIOGRAFIA	 141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Expansão do Mapa Cognitivo a partir do CO.	14
Figura 2. Curvas de Indiferença para Construção do Descritor para o PVF - Área Inundada.	21
Figura 3. Quatro Tipos de Descritores.	25
Figura 4. Descritores do Exemplo dos Testes para Independ. Preferencial Ordinal e Cardinal.	29
Figura 5. Exemplo de Independência Preferencial Ordinal - Área Ordinalmente Preferencialmente Independente do N°. de Quartos.	30
Figura 6. Exemplo de Independência Preferencial Ordinal - N°. de Quartos Ordinalmente Preferencialmente Independente da Área.	30
Figura 7. Exemplo de Independência Preferencial Cardinal - Área Cardinalmente Preferencialmente Independente do N°. de Quartos.	31
Figura 8. Exemplo de Independência Preferencial Cardinal - N°. de Quartos Cardinalmente Preferencialmente Independente da Área.	31
Figura 9. Representação das Categorias de Diferença de Atratividade na Semi-Reta dos Reais Positivos.	35
Figura 10. Exemplo de um Problema de Semi-Ordens Múltiplas.	36
Figura 11. Esquema Interativo MACBETH.	40
Figura 12. Exemplo de Julgamentos consistentes.	41
Figura 13. Exemplo do Método Direct Rating com Chicago como Pior Alternativa e São Francisco como Melhor.	42
Figura 14. Exemplo do Método Direct Rating com Revisão de Julgamentos do Decisor.	43
Figura 15. Exemplo do Método Direct Rating com Revisão de Julgamentos do Decisor.	43
Figura 16. Exemplo do Método Bisseção com 0min Considerando o Melhor Nível e 1h o Pior.	44
Figura 17. Exemplo do Método Bisseção Para Determinar o Ponto com $V=50$.	45
Figura 18. Exemplo do Método Bisseção Para Determinar o Ponto de Bisseção Entre 0min e 20min.	46
Figura 19. Escolha Entre (PVFi-Bom, PVFj-Neutro - Diagonal Contínua) versus (PVFi-Neutro, PVFj-Bom - Diagonal Pontilhada) e Demais PVF's Constantes no Nível Neutro Para Ordenação dos Pontos de Vista Fundamentais.	48
Figura 20. Questionamento MACBETH Para Comparar Duas Ações de Referência em Termos de Atratividade Global.	50
Figura 21. Idéia Chave do Método Trade-Off Procedure para Determinação das Taxas de Substituição.	52
Figura 22. Escolha da Alternativa Preferida no Método Trade-Off Procedure para Determinação das Taxas de Substituição.	52

Figura 23. Passo Crítico do Método Trade-Off Procedure para Determinação das Taxas de Substituição.	53
Figura 24. Mudança de Atratividade Global no Método Swing Wheights para Determinação das Taxas de Substituição.	55
Figura 25. Exemplo do Método Swing Wheights para Determinação das Taxas de Substituição.	56
Figura 26. Construção do Mapa a partir do EPA.	63
Figura 27. Conceitos que Influenciam Diretamente o Objetivo Estratégico.	64
Figura 28. Cluster Relacionado à Implantação, Operacionalização (com ênfase no conceito Sistema de coleta) e Geração de Renda.	66
Figura 29. Cluster Relacionado à Operacionalização, com ênfase nos conceitos Controle de Resíduo e Sistema de Processamento.	67
Figura 30. Cluster Relacionado à Preservação da Saúde Pública e Impacto Social.	68
Figura 31. Cluster Relacionado à Geração de Renda e Operacionalização.	69
Figura 32. Parte do Mapa Estruturado.	72
Figura 33. Árvore de Pontos de Vista.	74
Figura 34. Primeira Árvore de Pontos de Vista Proposta para o Decisor.	77
Figura 35. Árvore de Pontos de Vista Definitiva do Problema.	79
Figura 36. Estados do PVE1.1.	82
Figura 37. Estados do PVE1.2.	83
Figura 38. Estados do PVE1.3.	85
Figura 39. Estados do PVF2.	86
Figura 40. Estados do PVE3.1.	87
Figura 41. Estados do PVE3.2.	88
Figura 42. Estados do PVE4.1.	91
Figura 43. Estados do PVE4.2.	92
Figura 44. Estados do PVF5.	94
Figura 45. Estados do PVE6.1.	95
Figura 46. Estados do PVE6.2.	97
Figura 47. Estados do PVE6.3.	98
Figura 48. Estados do PVE6.4.	99
Figura 49. Estados do PVE7.1.	100
Figura 50. Estados do PVE7.2.	101
Figura 51. Estados do PVE7.3.	103
Figura 52. Estados do PVE8.1.	104
Figura 53. Estados do PVE8.2.	105
Figura 54. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE1.1.	109
Figura 55. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE1.2.	110
Figura 56. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE1.3.	110
Figura 57. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE2.	111

Figura 58. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE3.1.	112
Figura 59. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE3.2.	112
Figura 60. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE4.1.	113
Figura 61. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE3.2.	114
Figura 62. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVF2.	115
Figura 63. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE6.1.	116
Figura 64. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE6.2.	116
Figura 65. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE6.3.	117
Figura 66. Escala de Valor Cardinal Para o PVE6.4.	118
Figura 67. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE7.1	118
Figura 68. Escala de Valor Cardinal Para o PVE7.2	119
Figura 69. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE7.3	120
Figura 70. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVF8	121
Figura 71. Escolha Entre (PVE1.1-Bom, PVE1.2-Neutro) versus (PVE1.1-Neutro, PVE1.2-Bom) Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVEs que Formam o PVF1.	124
Figura 72. Escolha Entre (PVF7-Bom, PVF1-Neutro) versus (PVF7-Neutro, PVF1-Bom) Para Determinação das Taxas de Substituição Entre PVF's.	127
Figura 73. Gráfico do Perfil de Impacto das Alternativas Analisadas	131
Figura 74. Avaliação Global das Alternativas	132
Figura 75. Diferença de Pontuação entre a Ação 2 e a Ação considerada boa.	133
Figura 76. Mapa de Dominância para os PVF1 e PVF2.	134
Figura 77. Análise de Sensibilidade Sobre a Área de Interesse Implantação	135
Figura 78. Análise de Sensibilidade Sobre a Área de Interesse Operação	135
Figura 79. Análise de Sensibilidade Sobre a Área de Interesse Preservação da Saúde Pública	136
Figura 80. Análise de Sensibilidade Sobre o PVF8 - Geração de Renda (empregos)	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descritor Inadequado. _____	20
Tabela 2. Descritor para o PVF Área Inundada. _____	22
Tabela 3. Matriz de Juízos de Valor. _____	37
Tabela 4. Matriz de Ordenação dos Pontos de Vista Fundamentais. _____	48
Tabela 5. Matriz de Juízos de Valor Para Ponderação dos Pontos de Vista Fundamentais. _____	50
Tabela 6. Avaliação Parcial das Ações Potenciais. _____	58
Tabela 7. Descritor para o PVE 1.1. _____	82
Tabela 8. Descritor para o PVE 1.2. _____	84
Tabela 9. Descritor para o PVE 1.3. _____	85
Tabela 10. Descritor para o PVF 2. _____	86
Tabela 11. Descritor para o PVE 3.1. _____	88
Tabela 12. Descritor para o PVE 3.2. _____	89
Tabela 13. Descritor para o PVE 4.1. _____	91
Tabela 14. Descritor para o PVE 4.2. _____	92
Tabela 15. Descritor para o PVF 5. _____	94
Tabela 16. Descritor para o PVE 6.1. _____	96
Tabela 17. Descritor para o PVE 6.2. _____	97
Tabela 18. Descritor para o PVE 6.3. _____	98
Tabela 19. Descritor para o PVE 6.4. _____	99
Tabela 20. Descritor para o PVE 7.1. _____	100
Tabela 21. Descritor para o PVE 7.2. _____	101
Tabela 22. Descritor para o PVE 7.3. _____	103
Tabela 23. Combinações Possíveis dos Estados do PVF 8. _____	106
Tabela 24. Hierarquização das Possíveis Combinações do PVF 8. _____	106
Tabela 25. Descritor para o PVF 8. _____	107
Tabela 26. Resumo de Todos os Descritores com Níveis de Impacto e Respectiva Pontuação Corrigida. _____	122
Tabela 27. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF1 - Área Física. _____	124
Tabela 28. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF1 - Área Física. _____	124
Tabela 29. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF3 – Equipamentos. _____	125
Tabela 30. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF3 - Equipamentos. _____	125

Tabela 31. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF4 – Coleta. _____	125
Tabela 32. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição	
Entre os PVE's que Formam o PVF4 - Coleta. _____	125
Tabela 33. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF6 – Impacto Ambiental. _____	125
Tabela 34. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição	
Entre os PVE's que Formam o PVF6 – Impacto Ambiental. _____	125
Tabela 35. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF7 – Desconforto da População. ____	126
Tabela 36. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição	
Entre os PVE's que Formam o PVF7 – Desconforto da População. _____	126
Tabela 37. Matriz de Ordenação dos Pontos de Vista Fundamentais. _____	127
Tabela 38. Matriz de Juízo de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVF's. ____	128
Tabela 39. Perfil de Impacto das Alternativas Analisadas (Escala Corrigida). _____	130

RESUMO

As metodologias tradicionais de Pesquisa Operacional têm considerado, em geral, que o problema a ser resolvido já está devidamente estruturado e, portanto, pronto para ser formulado matematicamente. Mas o que acontece realmente, na prática, é que os problemas não são estruturados e apresentam um grau de complexidade introduzido seja pelos múltiplos decisores, seja por seus julgamentos de valor, que são objetivos e subjetivos. Dentro deste contexto, uma nova forma de pensar surgiu dentro da própria Pesquisa Operacional, que se caracteriza por seguir uma convicção de construtivismo e aprendizagem, procurando gerar métodos para o apoio ao processo decisório. Dentro dessa nova abordagem, as metodologias multicritério de apoio à tomada de decisão surgem como uma alternativa versátil e promissora. Este trabalho trata da aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão no Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul.

São dedicados três capítulos para apresentar os aspectos teóricos da construção do modelo multicritério de apoio ao processo decisório e um capítulo que apresenta a aplicação prática do modelo no Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas. No último capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações.

ABSTRACT

The traditional methodologies of Operational Research have broadly considered, in general, that the problem to be solved is already properly structured and, therefore, ready to be formulated mathematically. But what really happens in practice is that the problems are not structured and present a degree of complexity which is introduced both by multiple deciding agents and by their value appreciation, both of which are objective and subject as well. Within this context, a new form of thinking appeared inside Operational Research, which is characterized for following constructive and learning beliefs, trying to generate methods for the support of the decision process. In this new approach, the Multicriteria Decision Aid Method (MCDA) appears as a versatile and promising alternative. This work is about the application of the Multicriteria Decision Aid in the Improvement of the System of Collection and Final Destination of the Domestic Garbage in the City of Pelotas, Rio Grande do Sul.

Three chapters are dedicated to present the theoretical aspects of the construction of the multicriteria model of aid to the decision process and a chapter presents the practical application of the model in the improvement of the system of collection and final destination of the domestic garbage in Pelotas. In the last chapter the conclusions and recommendations are presented.

INTRODUÇÃO

A aplicabilidade limitada dos métodos ortodoxos da Pesquisa Operacional na resolução de problemas nas organizações e a tentativa de encontrar respostas para as dificuldades encontradas nos processos decisórios reais gerou o desenvolvimento de novas abordagens para auxiliar o processo de tomada de decisão.

Essas novas abordagens, chamadas de abordagens “soft”, têm como principal característica a consideração de que as pessoas são sujeitos ativos do processo decisório, assim como a aceitação de incertezas, procurando deixar opções em aberto para garantir flexibilidade em relação a eventos futuros. A necessidade reduzida de dados, alcançada através de uma grande integração entre dados quantitativos e qualitativos com julgamentos subjetivos, também caracteriza as abordagens “soft”.

Dentre as novas abordagens que surgiram, a utilização de múltiplos critérios na tomada de decisão foi uma delas.

Com o passar dos anos, foram desenvolvidas metodologias cada vez mais específicas e detalhadas e alguns avanços podem ser considerados como pertencentes às Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão, como as abordagens para tratar incertezas, para auxiliar no processo de estruturação de problemas, para identificar e construir alternativas.

Este trabalho insere-se dentro deste contexto, seguindo o paradigma “soft” descrito anteriormente, aplicando um modelo construtivista de aprendizado, que visa auxiliar as pessoas a tomar decisões complexas.

O objetivo do presente trabalho é aplicar um modelo multicritério que permita, segundo o juízo de valor do decisor, aperfeiçoar o Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas, buscando identificar ações que permitam a melhoria do atual sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade.

O trabalho está dividido em quatro capítulos, sendo que o primeiro capítulo apresenta a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão, o segundo capítulo descreve as ferramentas que foram utilizadas para estruturar o problema em questão, dentro da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão e, o terceiro capítulo apresenta a fundamentação teórica do processo de avaliação das ações, onde é utilizada a metodologia

MACBETH, para a construção de funções de valor cardinais, assim como na determinação das taxas de compensação (pesos) que permitem transformar valores locais em globais e assim construir o modelo global de valor. O quarto capítulo traz a aplicação prática da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão para avaliar e aperfeiçoar o sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas, sendo mostrados os resultados e a análise de sensibilidade para validação do modelo. Para finalizar, são apresentadas as conclusões do trabalho.

CAPÍTULO UM

1. Metodologias Multicritérios em Apoio à Decisão

O objetivo da Pesquisa Operacional (PO) clássica e das abordagens multicritérios é auxiliar os decisores a tomar melhores decisões gerenciais, buscando, essencialmente, dar fundamentação científica a elas. O sentido de “melhor” é que diferencia as Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão (“Multicriteria Decision Aid” - MCDA) das abordagens de PO clássica e da Tomada de Decisão Multicritério (“Multicriteria Decision Making” - MCDM).

A maioria dos problemas importantes nas organizações são complexos, pois existem vários atores no processo decisório, onde cada um deles possui uma perspectiva e uma interpretação diferentes sobre os eventos reais. Existem, também, relações de poder entre esses atores e cada um deles possui um sistema de valores diferente, ou seja, possuem objetivos diferenciados e, muitas vezes, conflitantes. Torna-se, portanto, impossível definir se uma decisão é boa ou ruim apenas com base em um modelo matemático, genérico.

Nesse tipo de problemas os modelos de Pesquisa Operacional, matematicamente sofisticados, fornecem soluções ótimas e científicas, porém, são apenas soluções do modelo. Essas soluções não necessariamente representam e interpretam a percepção da situação feita pelo decisor.

A partir desses fatos é que se sobressaem, então, as Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão, à medida em que ressaltam os limites da objetividade e consideram a importância de serem levadas em conta a subjetividade dos atores e a impossibilidade de se encontrar uma solução ótima, verdadeira.

As Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão se distinguem por não fazerem suposições sobre as preferências do decisor. Adotam como grande paradigma, ao invés da idéia da Ciência Decisória, a idéia da Ciência do Apoio à Decisão e, especialmente, assumem uma relação de ajuda entre um facilitador e um decisor. Os atores do Processo de Apoio à Decisão aprendem juntos sobre o problema enfocado. O objetivo desse modelo não é apresentar uma solução para o problema em questão, mas sim criar um volume tal de conhecimentos que será capaz de gerar um aprendizado muito maior sobre o problema,

levando a identificar, com facilidade, a repercussão de todas as possíveis ações sobre o ambiente no qual estão inseridas.

A abordagem da Metodologia Multicritérios de Apoio à Decisão caracteriza-se por seguir uma convicção de construtivismo e aprendizagem, servindo como base para a identificação das ferramentas necessárias para desempenhar as principais atividades que podem ajudar a tornar o processo mais sólido, onde se terão, como resultado, decisões mais confiáveis e vigorosas.

Assim, a atividade de apoio à tomada de decisão refere-se ao trabalho de um consultor externo que, adotando uma metodologia explícita e formal, vai auxiliar os interventores a tomar uma decisão. Esse consultor é chamado de facilitador.

Segundo Roy (1985) apud Corrêa (1996: 10), pode-se chamar de atores as pessoas que, baseadas em seus valores, desejos, interesses e/ou preferências, intervêm de forma direta ou indireta na decisão. Os atores possuem características e papéis diferentes, em função do seu sistema de valores e da sua posição em relação ao processo decisório. Os atores podem ser:

- Agidos: são todos aqueles que sofrem de forma passiva as consequências de uma decisão.
- Intervenientes: podem ser indivíduos, corpos constituídos ou coletividades, que por, sua intervenção direta, condicionam a decisão em função do seu sistema de valores, isto é, são os atores que efetivamente têm um lugar à mesa de negociações.
- Decisores: são aqueles a quem o processo decisório se destina. Os decisores são os atores intervenientes que têm o poder e a responsabilidade de ratificar a decisão e assumir as suas consequências.

Além destes, o facilitador também é considerado um ator interveniente no processo.

Dentro da metodologia multicritério de apoio à decisão existem diversas abordagens. Neste trabalho, foi adotado o método de agregação a um critério único de síntese, que consiste em avaliar as alternativas segundo uma função global de utilidade ou valor, função esta que agrega todos os pontos de vista considerados fundamentais. Entre as diversas formas de agregação existentes, o procedimento de agregação aditiva é que foi aqui utilizado. Este procedimento consiste no fato de que a avaliação global da alternativa α é dada por:

$$V(a) = \sum_{j=1}^n K_j \times v_j [g_j(a)]$$

com $\sum_{j=1}^n K_j = 1$ e v_j (melhor) = 100 e v_j (pior) = 0, com $j = 1, 2, \dots, n$

onde:

- $V(a)$ é o valor global da ação a ;
- K_j é a taxa de substituição do PVF $_j$;
- $g_j(a)$ é o impacto da ação a no critério j (PVF $_j$);
- $v_j [g_j(a)]$ é o valor cardinal (atratividade) de a no PVF $_j$;
- melhor j é o melhor impacto possível no descritor do PVF $_j$;
- pior j é o pior impacto possível no descritor do PVF $_j$.

Um processo de tomada de decisão inicia-se a partir do reconhecimento de uma situação problemática ou da identificação de uma oportunidade de ação, sendo que a construção do modelo se baseia no estudo das três grandes fases de um processo de resolução de problemas: estruturação, avaliação e elaboração das recomendações. Assim sendo, a primeira atividade que deve ser desenvolvida em um procedimento de apoio à decisão é a estruturação do problema.

A estruturação do problema visa à construção de um modelo formalizado, capaz de ser aceito pelos atores como uma estrutura de representação e organização de todo um conjunto de elementos primários de avaliação, que são os objetivos dos atores e as características das ações. Este modelo servirá de base à comunicação e discussão interativa entre os atores e também à aprendizagem e pesquisa. A estruturação faz com que os atores expressem seus sistemas de valores e também pode ser a base para a elaboração, modificação e/ou validação de julgamentos de valor absolutos ou relativos sobre ações potenciais ou oportunidades de decisão.

Neste trabalho segue-se uma abordagem de estruturação por pontos de vista, abordagem esta que considera os objetivos dos atores e as características das ações como sendo igualmente importantes no processo de estruturação do problema.

1.1 Convicções Fundamentais

A metodologia Multicritérios de Apoio à Decisão segue três convicções fundamentais:

- convicção da interpenetração de elementos objetivos e subjetivos e da sua inseparabilidade;
- convicção da aprendizagem pela participação;
- convicção do construtivismo.

A convicção da interpenetração de elementos objetivos e subjetivos e da sua inseparabilidade sustenta-se no fato de que no processo de apoio à decisão há um sistema de relação entre os elementos de natureza objetiva (geradas pelas ações) e os elementos de natureza subjetiva (originários do sistema de valores dos atores envolvidos). Existe, subjacente a estas relações, o predomínio da influência dos valores dos atores, que é o elemento motivador da decisão. Assim, para que o facilitador possa gerar comunicação entre os atores e a elaboração adequada dos seus juízos de valor, a sua intervenção não pode ficar delimitada por uma atitude eminentemente tecnocrática de descoberta ou de descrição de uma realidade objetiva supostamente desligada dos sistemas de valores dos atores envolvidos. Os objetivos dos atores são certamente traduzidos em ações que, segundo os seus julgamentos, irão alcançar uma situação melhor para aquela que, a princípio, era problemática.

A convicção da aprendizagem pela participação surge do entendimento de que o processo de apoio à decisão é enriquecido pela participação dos intervenientes e pela aprendizagem que ocorre ao longo do processo. Para isto são fundamentais a simplicidade e a interatividade como virtudes a serem buscadas, bem como a postura assumida pelo facilitador frente ao processo. Para construir um modelo multicritério de apoio ao processo decisório é necessário que se faça uma estruturação do problema em questão. Existe uma tendência a fugir da abordagem que se deve desenvolver antes das alternativas decisórias, que é a estruturação do problema, onde se especula que talvez o motivo seja o caráter de arte que este processo envolve, visto que não é um processo claro por não estar regido por modelos matemáticos. O caminho que surge para ultrapassar este problema é o diálogo e a discussão, pois estas atividades fornecem uma grande interação entre o facilitador e os atores, gerando conhecimentos a respeito do problema em questão. Como os indivíduos

possuem uma tendência natural a querer sair rapidamente de situações de conflito, que se encontram mal definidas na solução de problemas, os modelos de programação matemática se firmaram como ferramentas bastante utilizadas. No entanto, para problemas que extrapolam o exame de aspectos quantitativos palpáveis, o uso dos modelos clássicos da pesquisa operacional certamente resultariam em simplificações, ajustes, considerações, obediência a postulados de racionalidade e considerações para contornar limitações do modelo que empobreceriam o processo decisório. Para atender a estes aspectos, a atividade de apoio à decisão deve ser adequada a uma abordagem que fuja de bases normativistas e prescritivistas. O modelo de Checkland, “Soft Systems Methodology”, (Checkland, 1985), em Corrêa (1996: 19) mostra-se bastante adequado para tratar de forma explícita os aspectos subjetivos, sendo que a aprendizagem é ditada como a perspectiva da atividade de apoio à decisão. Dentro deste contexto, a metodologia de apoio à decisão não procura modelar a realidade exterior, mas construir com os atores uma estrutura aceita por todos e que sirva para uniformizar e gerar conhecimentos em relação ao problema.

A convicção do construtivismo baseia-se no fato de que os conceitos, modelos e procedimentos utilizados na pesquisa operacional e no apoio à decisão, dificilmente podem descrever realidades que seriam independentes do observador e que existiriam independente de outros fatores humanos. Isto significa dizer que os problemas desta natureza não possuem uma existência física, mas, ao contrário disto, são entidades conceituais, construídas e, portanto, não podem ser tratados independentemente das relações entre os indivíduos e a realidade (Corrêa, 1996: 20). Para atuar frente aos problemas que surgem, podem ser utilizados três caminhos: a via do realismo, a via axiomática e a via do construtivismo.

O facilitador que atua segundo a via do realismo, geralmente, busca uma descrição do ambiente, descrição esta que poderia levá-lo a descobrir a melhor solução para o problema. Não considera o tempo e os atores envolvidos na decisão e acredita que existe uma solução “ótima” pré-definida. Roy (1993), em Corrêa (1996: 21) afirma que esta não é uma via adequada para tratar de problemas gerenciais porque qualquer um que adote este caminho estará naturalmente inclinado a considerar que existe somente uma forma “correta” de estruturar um problema.

Na via axiomática, o facilitador procura normas para prescrever. O propósito do caminho formal que segue a via axiomática é fazer com que, à medida que se aceitem os conceitos, regras ou princípios, um dado procedimento tenha que ser seguido e um

resultado obtido tenha que ser aceito. O estudioso francês acima referido afirma que o caminho axiomático leva o facilitador a acreditar facilmente que, através de axiomas, se conseguem meios para alcançar a verdade, verdade esta que é validada pelos próprios axiomas, cuja formulação racional não é tão incontestável quanto parece ser. Além disso, em diversas situações é difícil fazer uma ligação entre a realidade de uma decisão e uma definição formal expressa dentro de um contexto abstrato.

Na via do construtivismo, o facilitador atua em um contexto de tomada de decisão, procurando por hipóteses de trabalho, sob as quais recomendações serão feitas, visando a uma produção de conhecimentos a respeito de como agir para alcançar da melhor forma possível os objetivos dos atores. A via do construtivismo forma a base para a ciência do apoio à decisão.

1.2 As Problemáticas

As problemáticas ligadas ao processo de apoio à decisão, propostas por Bana e Costa (1995a: 03), classificam-se em: problemática da decisão, problemática do apoio à decisão, problemática da formulação do processo de decisão, problemática da estruturação do modelo de avaliação, problemática da construção das ações e, finalmente, a problemática técnica da avaliação.

A problemática da decisão refere-se à correta identificação do problema, saber sobre o que decidir. Ela evolui ao longo do processo, não possuindo, portanto, um sentido estático e impessoal. Assim, não pode ser dissociada do contexto decisional e do sistema de valores de cada um de seus atores (Bana e Costa, 1995a: 05).

A problemática do apoio à decisão refere-se à atividade do facilitador, cujo papel é esclarecer e modelar o processo de avaliação e/ou negociação que conduzirá à tomada de decisões. Sua intervenção pode ser feita de várias formas. Pode ser feita através da realização de um estudo preparatório ou paralelo, cuja interação com o processo decisório se dá através de contatos discretizados no tempo, ou através de uma interação contínua e total. Assim, a forma como o facilitador colocará o problema e conduzirá sua atividade técnica em cada etapa de avanço do processo deve ser função da problemática da decisão em causa (Bana e Costa, 1995a: 05).

A Problemática da Formulação do Processo de Decisão refere-se à forma de condução do processo de estruturação do problema, ou seja, à escolha da maneira pela qual

se construirá o modelo de avaliação. Assim, o facilitador deve decidir qual a melhor maneira de organizar as informações existentes, os elementos primários de avaliação, construindo um modelo representativo das preferências e valores dos decisores.

Esta problemática envolve todo o processo de exploração e análise que precede o momento da decisão. Ela é tudo o que está em jogo no processo de tomada de decisão, como, por exemplo, quando os atores participantes do processo precisam saber como apresentar o problema e seus pontos de vista a outros intervenientes no processo, ou quando os atores querem descrever e justificar a superiores hierárquicos as opções existentes (Bana e Costa, 1995a: 05).

A *Problemática da Estruturação* refere-se à forma de como estruturar o problema. Segundo Bana e Costa (1995a: 05), ela é resposta operacional à problemática da formulação, sendo uma base fundamental em um processo de apoio à decisão. O mesmo autor ainda cita que a estruturação tem como objetivo a construção de um modelo mais ou menos formalizado, podendo ser aceito pelos atores como uma representação e organização dos elementos primários de avaliação, podendo servir de base à aprendizagem, à investigação, à comunicação e à discussão interativa com e entre os atores.

Ainda segundo Bana e Costa (1995a: 07), a atividade de estruturação envolve: a caracterização da situação problemática em questão; a identificação e geração de diferentes tipos de elementos primários de avaliação e o estabelecimento das relações estruturais entre eles; a diferenciação das funções desses elementos no processo de avaliação e a descrição tão completa e rigorosa quanto possível deste todo. O autor cita, também, que esta atividade pode constituir:

- *“Em si mesma justificação para a encomenda de um estudo, com vista à compreensão de um ambiente complexo de decisão;*
- *e/ou um processo de apoio à interação entre atores, pelo estabelecimento de uma estrutura e uma linguagem de comunicação comuns;*
- *e/ou guia para a construção de novas oportunidades de ação, vistas como meios para satisfazer os pontos de vista dos atores, pontos de vista que se vão muitas vezes revelando e clarificando durante o evoluir do processo de estruturação;*
- *e/ou uma base de suporte para avaliação e a comparação de ações preexistentes, ou criadas durante o processo para dissolver conflitos entre ações preexistentes (cada uma destas capaz de satisfazer somente uma parte dos pontos de vista dos atores)”*.

A estruturação exige o máximo de cuidado, possuindo uma natureza recursiva, ou seja, à medida que os atores intervenientes do processo adquirem um conhecimento maior do problema podem ser feitos ajustes na estrutura inicial. Isto evita a tomada de decisões inadequadas e que recomendações dadas em fases mais avançadas do processo venham a se tornar inúteis.

No trabalho em estudo empregou-se a abordagem de estruturação por pontos de vista.

A problemática da construção das ações refere-se à atividade de identificar, definir ou imaginar ações possíveis de ser consideradas no processo de apoio à decisão. Esta problemática consiste em apresentar o problema, de forma a auxiliar a descobrir/inventar melhores oportunidades de ação, de forma a satisfazer os valores fundamentais dos atores envolvidos no processo de decisão, fazendo, assim, evoluir a construção do modelo de avaliação (Bana e Costa, 1995a: 09).

Neste momento torna-se importante definir o que se entende por ação. Ação é a representação de uma contribuição eventual à decisão global, provável de ser encarada de forma autónoma e de servir de ponto de aplicação no auxílio à decisão, em função do estágio de avanço do processo de decisão. O conceito de ação não necessariamente reúne alguma idéia de realismo ou ato factível; inclui qualquer idéia extravagante que possa ser proposta (Roy, 1985 apud Holz et al, 1997: 21).

Assim, a construção das ações é o conjunto que envolve todas as atividades que a literatura denomina como criação, invenção, desenvolvimento, geração, especificação ou identificação de oportunidades de ação, e que formam muitas vezes a motivação fundamental para a solicitação de um estudo de apoio à decisão (Bana e Costa, 1995a: 9).

A Problemática Técnica de Avaliação refere-se à escolha do tipo de problemática técnica a adotar. Segundo Bana e Costa (1995a: 25), se o processo de apoio à decisão exceder a fase de estruturação e envolver a fase de avaliação, será necessário um conhecimento maior e mais aprofundado da problemática de decisão em questão, para a escolha do tipo de problemática técnica a adotar. Assim, o autor propõe três perguntas como base para reflexão: “*Com referência a um conjunto mais ou menos estável de ações potenciais, reais ou fictícias mas realistas, importa orientar o estudo com vista a:*

- *ajudar a avaliar as ações em termos relativos e absolutos?*
- *ajudar a ordenar ou a escolher ações?*
- *ajudar a aceitar ou a rejeitar ações?*

Respondendo estas questões o facilitador estará determinando a maneira como a avaliação das ações será conduzida e a forma como encaminhará as recomendações.

É importante, então, saber diferenciar o contexto de avaliação absoluta do de avaliação relativa. A avaliação absoluta baseia-se no encaminhamento do estudo no sentido de obter informações sobre o valor intrínseco de cada ação com referência a uma ou várias normas, sendo cada ação potencial comparada independentemente de qualquer outra. A avaliação relativa consiste em comparar as ações de um dado conjunto A diretamente umas com as outras em termos dos seus méritos relativos, objetivando ordená-las. O valor relativo de cada ação ordenada só tem significado se as mesmas forem comparadas entre si, ou seja, se não forem vistas isoladamente (Bana e Costa, 1995a: 25).

O capítulo seguinte apresenta a estruturação do problema.

CAPÍTULO DOIS

2. Estruturação

A primeira etapa a ser desenvolvida em um procedimento de apoio à tomada de decisão é a estruturação do problema. Esta etapa divide-se em três atividades principais: construção do mapa cognitivo, construção da árvore de pontos de vista e construção de descritores para os pontos de vista.

2.1 Construção do Mapa Cognitivo

Os mapas cognitivos constituem-se em uma ferramenta para auxiliar na estruturação de problemas complexos.

Uma definição formal de mapa cognitivo é de que “o mapa é uma representação gráfica de uma representação mental que o pesquisador (facilitador) faz aparecer de uma representação discursiva formulada pelo sujeito (ator) sobre um objeto (o problema) e obtido de sua reserva de representação mental” (Montibeller, 1996: 67).

O objetivo da construção de um mapa cognitivo é tornar possível o desenvolvimento de um diálogo construtivo com os decisores, gerando assim um grande volume de informações sobre a situação problemática que está sendo analisada.

O primeiro passo na construção de um mapa cognitivo é dado quando o facilitador pede ao decisor que defina um rótulo para o problema em questão. A partir deste rótulo, pede-se ao decisor que faça uma lista de elementos primários de avaliação - EPA's. Estes EPA's são fatores que o decisor considera importantes no contexto onde está inserido o problema. A partir de cada elemento primário de avaliação devem ser construídos conceitos, que irão formar o mapa cognitivo. Os conceitos são formados por um pólo presente (isto é, um rótulo definido pelo decisor para a situação atual) e um pólo contraste (isto é, um rótulo para a situação que é o oposto psicológico à situação atual). Este procedimento é importante porque o que vai explicar o significado de um conceito no mapa cognitivo é exatamente o contraste entre os pólos. A ligação entre os conceitos do mapa cognitivo é feita através de ligações de influência, simbolizadas por flechas, sendo que o texto de cada conceito deve ser o mais abreviado possível (máximo de aproximadamente 12 palavras), e buscando manter as palavras e frases utilizadas pelos atores. O mapa deve ter

uma perspectiva orientada à ação. O sentido do conceito está baseado em parte na ação que ele sugere. Tal dinamismo pode ser obtido colocando o verbo no início do conceito, por exemplo, “assegurar”, “fornecer”, “incrementar”, etc. (Ackerman *et al*, 1995: 13).

O mapa cognitivo tem uma forma hierárquica de relações de influência do tipo meio-fim. Na Figura 1, por exemplo, o conceito C1 é um meio para atingir o conceito C2, um fim. Logo, a expansão de um mapa cognitivo em direção a seus fins fará o ator explicitar seu sistema de valores através de conceitos superiores na hierarquia. Uma expansão em direção a seus meios poderá fornecer um conjunto de ações potenciais, através dos conceitos subordinados na hierarquia. As expansões, que na Figura 1 foram feitas a partir de C0, podem, utilizando-se a mesma técnica de questionamento, ser realizadas para qualquer outro conceito. Uma questão importante diz respeito à quantidade de conceitos que devem ser incluídos no mapa, onde a resposta, ainda que óbvia, é de que apenas aqueles conceitos, crenças, objetivos e valores considerados relevantes devem aparecer. Assim, o facilitador precisa buscar entender as características centrais do problema e assegurar-se de que aqueles conceitos que as representam estejam presentes no mapa (Montibeller, 1996: 79).

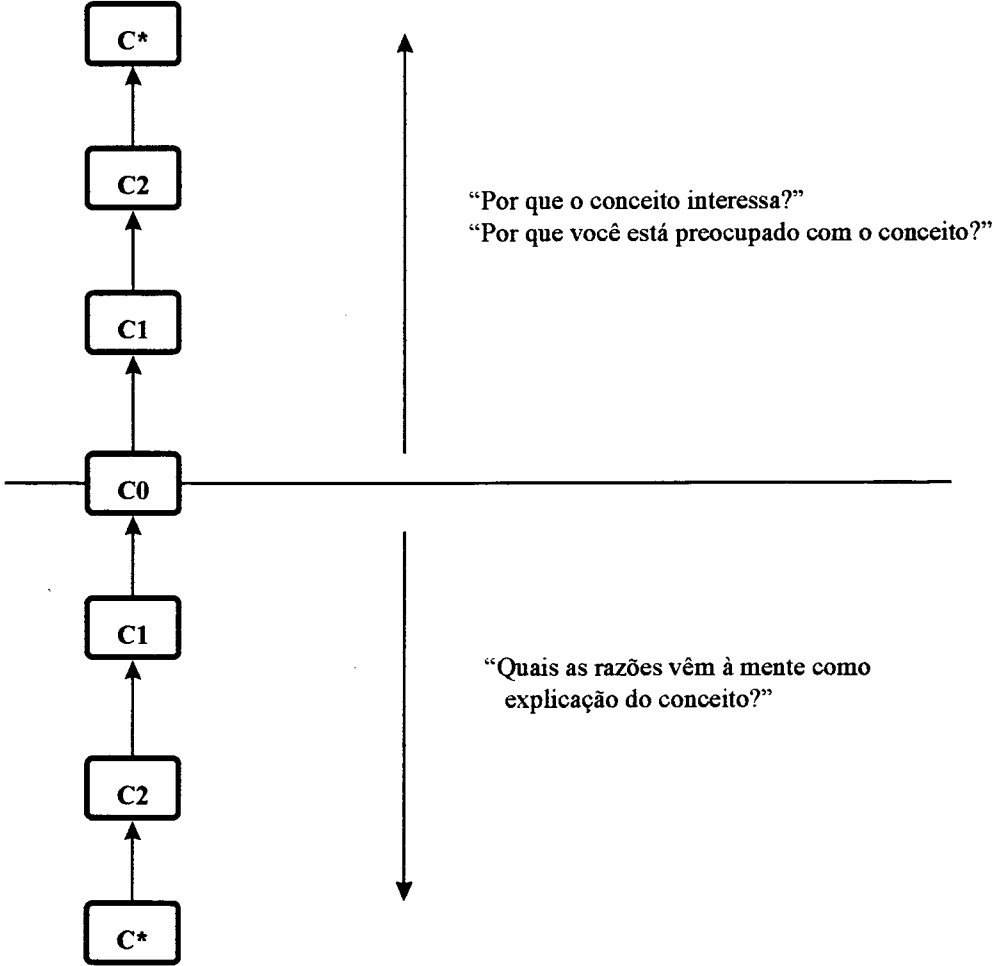


Figura 1. Expansão do Mapa Cognitivo a partir de C0 (Montibeller, 1996: 79).

Atuando desta maneira, o facilitador vai obtendo novas informações relevantes do problema que está sendo analisado, assim como o seu inter-relacionamento, ao mesmo tempo em que o decisor também vai desenvolvendo novas linhas de raciocínio até que, através deste esquema de perguntas e respostas, naturalmente se consegue chegar ao objetivo estratégico do decisor. O mapa cognitivo pode ser construído com o auxílio do software Decision Explorer.

A construção de mapas cognitivos é um processo cíclico e interativo onde não há regras rígidas, podendo-se passar de um enfoque a outro sem maiores problemas, em certos momentos explorando os objetivos e valores mais fundamentais do decisor, e em outros testando a possibilidade de se implementar determinadas ações.

No que se refere à análise dos mapas cognitivos, em relação a sua complexidade, uma das mais importantes a ser feita é a determinação de clusters. Clusters são conjuntos de conceitos que estão fortemente interligados entre si, com um mínimo de ligações externas. A identificação de clusters relaciona-se com a idéia de que as ligações entre conceitos de

um mesmo cluster são mais fortes do que as ligações extra-clusters. Segundo Eden *et al.* (1983), em Corrêa (1996: 45), o conjunto de conceitos formador de um cluster define uma área de interesse relacionada ao problema.

A realização de análise dos mapas cognitivos é bastante interessante e pode facilitar um entendimento melhor sobre o problema. Através dos diversos tipos de análises o mapa pode ser simplificado, facilitando a compreensão por parte do facilitador e dos decisores, assim como também podem ser levantados pontos que poderiam ser explorados em maior profundidade.

Assim, seguindo a construção de um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão, para ser possível dar seqüência ao processo, deve-se partir para a construção de uma árvore de pontos de vista. Porém, antes da construção da árvore de pontos de vista, deve ser feita a transição do mapa cognitivo para o mapa estruturado.

O mapa estruturado é um mapa cognitivo mais “organizado”, onde os conceitos se dispõem de forma mais hierarquizada. Neste trabalho, esta transição foi feita da seguinte maneira: quando havia algum conceito dentro de uma área que possuía uma forte ligação de influência com algum conceito de outra área, foram acrescentados conceitos intermediários para enfraquecer estas ligações, de modo que estas pudessem ser desfeitas. Analisando o conteúdo do conceito intermediário, decidia-se, então, qual a área em que seria mais adequada colocá-lo. Esta análise foi feita junto com o decisor, que reconheceu o fato de que, sem os conceitos intermediários, se dava grandes “saltos” e muitas informações perdiam-se neste espaço. O mapa estruturado é uma ferramenta que serve para auxiliar a difícil transição do mapa cognitivo para a árvore de pontos de vista. No mapa estruturado, ficam ligadas diretamente ao objetivo estratégico do decisor as áreas de interesse e, diretamente ligados a elas, ficam os seus respectivos conceitos, dentre os quais estão os prováveis candidatos a pontos de vista fundamentais.

A transição do mapa cognitivo para a árvore de pontos de vista não é um processo simples porque as estruturas existentes entre eles são diferentes. A relação que existe entre o objetivo maior e os pontos de vista fundamentais na árvore de pontos de vista não é a mesma relação que existe entre os conceitos no mapa cognitivo. No mapa cognitivo, as relações são de influência, no sentido meio-fim, sendo que as flechas indicam estes relacionamentos. Na arborescência de pontos de vista fundamentais, esta relação não se verifica. Os pontos de vista fundamentais não são um meio para atingir o objetivo principal e, sim, uma das dimensões utilizadas para defini-lo. Nas relações existentes nos mapas

cognitivos, relações meio-fim, podem existir processos de influência entre áreas e entre conceitos. Na arborescência, estas relações não podem existir porque, se se pretende avaliar o objetivo maior através dos pontos de vista fundamentais, eles não poderão ser dependentes. Isto significa dizer que não pode haver a mesma informação em dois deles, pois, quando se for determinar o impacto de uma determinada ação em dois pontos de vista fundamentais, o fator que estaria sendo avaliado nos dois pontos de vista apareceria duas vezes, conseqüentemente, iria distorcer o processo de avaliação.

2.2 Construção de Árvores de Pontos de Vista

Para que seja possível fazer uso de um modelo multicritério de avaliação, através de uma função de agregação aditiva, o processo de estruturação do problema evolui para a construção de uma árvore de pontos de vista.

Para Bana e Costa (1992: 8), os elementos primários de avaliação dividem-se em duas categorias: objetivos dos atores e características das ações. Essas duas categorias unidas formam um “ponto de vista”. Um ponto de vista representa todo aspecto da realidade decisional que os atores entendem como importante para a construção do modelo de avaliação das ações. Logo, os valores dos atores se traduzem pelos pontos de vista .

Os pontos de vista podem ser fundamentais (PVF) ou elementares (PVE). Os pontos de vista elementares relacionam-se com aspectos que são meios para alcançar pontos de vista fundamentais. Um conjunto de pontos de vista elementares podem formar um ponto de vista fundamental. Já os pontos de vista fundamentais apresentam-se como um fim em si mesmo, têm importância estratégica no contexto decisório, “são importantes porque são importantes”.

2.2.1 Propriedades dos Pontos de Vista Fundamentais e da Família de Pontos de Vista Fundamentais

Os pontos de vista fundamentais precisam obedecer a uma série de propriedades, as quais são essenciais para a consistência do modelo de avaliação (segundo Bana e Costa, 1992: 16), que são as seguintes:

- 1) consensualidade: um PVF deve ser aceito por todos os atores como suficientemente importante para influenciar a decisão e, portanto, ser levado em conta no modelo.

- 2) operacionalidade: para tornar-se operacional um ponto de vista deve permitir a existência de uma escala de preferência local associada aos níveis de impacto de tal PVF e possibilitar a construção de um indicador de impacto (a repercussão de cada ação em cada PVF). A primeira condição é necessária mas não suficiente visto que é indissociável da segunda.
- 3) inteligibilidade : um PVF deve servir como ferramenta que permita a modelação de preferência dos atores bem como ser uma base de comunicação, argumentação e confrontação de valores e convicções entre os mesmos.
- 4) isolabilidade : um PVF é isolável se é possível avaliar as ações segundo o mesmo, independentemente do impacto destas ações sobre os outros pontos de vista.

Depois de definidos os pontos de vista fundamentais é formado um conjunto com estes pontos de vista e, para que este conjunto possa ser chamado de família, algumas propriedades precisam ser respeitadas, que são listadas a seguir:

- 1) inteligibilidade: da mesma forma que os PVF's.
- 2) consensualidade: da mesma forma que os PVF's.
- 3) concisão: a quantidade de FPV's não deve ser grande a ponto de prejudicar a compreensão ampla do modelo, devem ser respeitados os limites cognitivos dos atores.
- 4) exaustividade: devem ser levados em conta todos os elementos primários julgados importantes para a avaliação das ações.
- 5) coesão e monotonicidade: uma família de PVF's deve garantir a coesão entre o papel de cada um dos PVF's para a formação de julgamentos de valor local e o papel que estes exercem na elaboração de preferências. Assim, não se pode dissociar a formação de tais julgamentos, restrito a cada PVF, do todo que é o contexto decisório.
- 6) não redundância ou minimalidade: uma família de PVF's não deve ter PVF's redundantes, quais sejam, aqueles que tem problemas de dependência entre si. Quando tal dependência ocorre, o conjunto de PVF's não é mínimo. O fenômeno da redundância faz com que acabem sendo levados em conta mais de uma vez (em mais de um PVF) elementos primários julgados importantes pelos atores, o que acaba provocando distorções quando da agregação das avaliações locais.

Então, uma família de pontos de vista fundamentais é um conjunto de pontos de vista que respeita certas propriedades exigidas pela metodologia, propriedades estas que vão tornar possível a agregação de todas as avaliações parciais em uma avaliação global das ações potenciais.

Uma árvore de pontos de vista possui uma estrutura hierárquica, onde o nível mais baixo da estrutura arborescente é formado por pontos de vista elementares que são meios para alcançar os pontos de vista fundamentais. Após, o agrupamento de pontos de vista fundamentais vai formar áreas de interesse, que por sua vez vão formar o objetivo global do processo decisório.

Além de tornar mais compreensível e mais claro o que está em causa na situação decisional em questão, a estrutura arborescente de pontos de vista irá facilitar o trabalho de tornar operacionais os pontos de vista fundamentais, já que a análise dos pontos de vista elementares hierarquicamente inferiores a cada ponto de vista fundamental vai revelar possíveis indicadores e/ou cursos de ações para alcançar os valores representados no ponto de vista fundamental. A árvore de pontos de vista será utilizada até o final do processo, de maneira que se alcance uma boa decisão (Corrêa, 1996: 76).

Depois de construída a estrutura arborescente, define-se quais pontos de vista fundamentais irão formar a família de pontos de vista fundamentais para então, a partir daí, operacionalizá-los através da construção de descritores.

2.3 Construção de Descritores

Os descritores são uma escala de valores que se constrói para cada um dos pontos de vista fundamentais e que tem como objetivo auxiliar na compreensão do que cada uma dessas ações representam e como elas irão impactar. Como os pontos de vista devem refletir os valores dos decisores, bem como certas características das ações consideradas importantes por eles, faz-se necessária a construção de uma função operacional sobre cada um dos pontos de vista fundamentais, de modo a auxiliar a compreensão de um ambiente decisional complexo. Especificamente, a construção de uma função operacional para cada ponto de vista fundamental vai clarificar o seu significado, tornando-o mais inteligível e fazendo com que não haja ambigüidade na sua interpretação por diferentes atores.

A construção de descritores é importante para auxiliar na compreensão do ambiente decisional, tornar o ponto de vista mais inteligível, em algumas situações levar a soluções “óbvias” para o problema e possibilitar a construção de escalas de preferência locais.

2.3.1 Classificação dos descritores

Os descritores podem ser classificados como **qualitativos ou quantitativos, discretos ou contínuos e diretos, indiretos ou construídos**. O descritor é **quantitativo** quando descreve adequadamente o ponto de vista utilizando somente números, por exemplo, o custo de um automóvel, distância até um determinado local. O descritor é **qualitativo**, quando além de números, necessita de expressões semânticas para descrever o ponto de vista.

Quando um ponto de vista for descrito por uma função matemática contínua, o seu descritor é classificado como **contínuo** e, se for descrito por um número finito de níveis, o seu descritor é dito **discreto**.

O descritor é **direto** quando possui um conjunto de níveis naturalmente associado ao ponto de vista em questão, por exemplo, o custo de um automóvel que é medido em unidades monetárias, distância até um determinado local, que é medida em Km. O descritor é **indireto** quando não descreve o ponto de vista diretamente, mas serve como indicador, por exemplo, a distância de um aeroporto até um determinado hotel. A distância é medida em Km, mas não estão se considerando as condições da estrada. Então, quanto tempo levaria um táxi para ir do aeroporto até o hotel? Neste caso, o *tempo* é um descritor indireto. Os descritores indiretos tornam a tarefa de construção dos descritores mais simples, porém aumentam o risco de redundância e erros de significação.

O descritor **construído** descreve pontos de vista onde os elementos primários estão fortemente imbricados e seu uso se faz necessário porque em muitas situações é muito difícil, senão impossível, encontrar descritores naturais para determinados pontos de vista; por exemplo, capacidade didática de um professor, onde se utiliza um conjunto de características que se identifica como importante para avaliar este ponto de vista, como clareza, utilização de recursos audio-visuais, entonação e etc. A técnica de construção de descritores para estes pontos de vista, então, consiste na combinação de estados dos elementos primários de avaliação.

Quando se torna necessária a utilização de descritores construídos, um fator crítico a ser considerado diz respeito à ambigüidade do descritor. Um exemplo de descritor inadequado é mostrado na Tabela 1, onde os níveis de impacto são descritos de forma pouco concreta. As descrições dos níveis de impacto fornecem muito pouca informação

aos atores, pois os conceitos como *muito bom* ou *bom* não são explicitados e, portanto, serão interpretados de forma diferente por cada um dos atores, tendendo a ambigüidade. Um descritor é bom se ele ajuda a compreender melhor a dimensão que se quer avaliar. Por exemplo, capacidade de alguém. A capacidade é muito boa, boa, neutra, ruim ou muito ruim. Não se agrega valor ao que é capacidade.

Nível de Impacto	Descrição
N5	Muito bom
N4	Bom
N3	Neutro
N2	Ruim
N1	Muito Ruim

Tabela 1. Descritor Inadequado.

Muitas vezes, um ponto de vista para o qual se deseja construir um descritor é formado por apenas dois pontos de vista elementares. Um procedimento bastante usual, nestes casos, é a utilização de curvas de indiferença para a operacionalização do ponto de vista. A construção do descritor pode, então, ser auxiliada por um gráfico do tipo apresentado na Figura 2. Por exemplo, dentro de um contexto de escolha de um lugar para instalação de uma usina hidrelétrica, um ponto de vista fundamental a ser considerado é a área que vai ser inundada na região. Considerou-se que dois pontos de vista elementares formam este PVF: quantidade de terras produtivas inundadas e quantidade de matas de preservação permanente inundadas.

Através de discussões com os decisores é possível, então, determinar curvas de indiferença entre os diversos níveis de impacto dos dois pontos de vista elementares, tornando possível a construção de um descritor do tipo apresentado na Tabela 2.

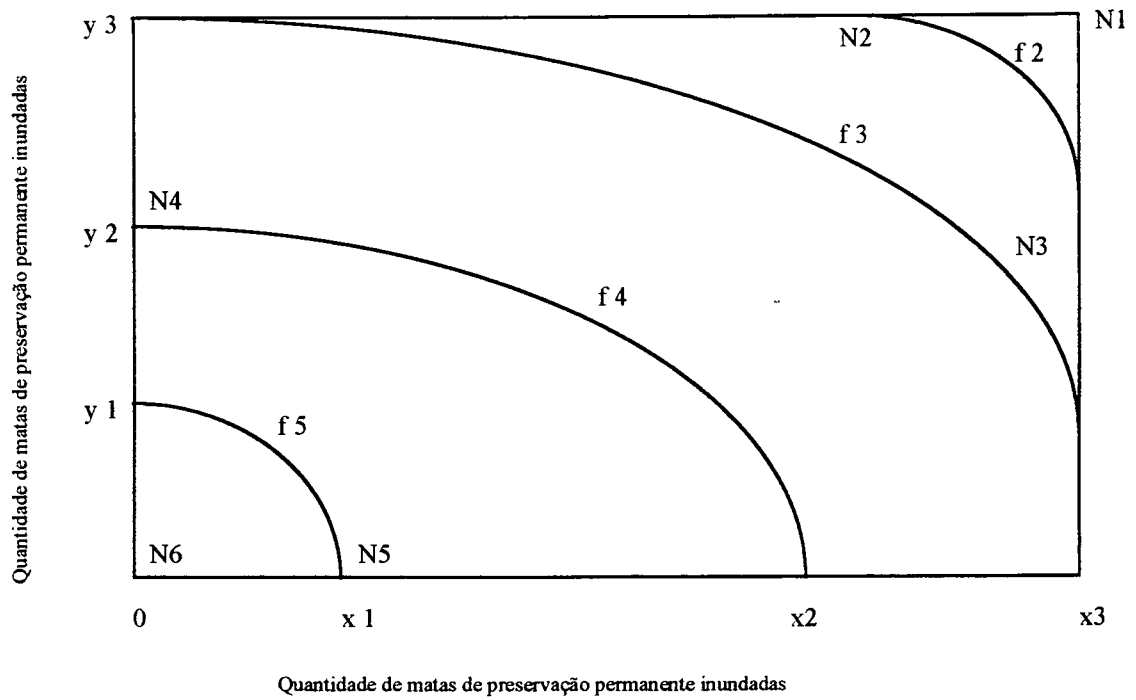


Figura 2. Curvas de Indiferença para Construção do Descritor para o PVF - Área Inundada (Adaptado de Keeney, 1992: 106).

É importante notar que diversos julgamentos de valor estão presentes na construção deste descritor, uma vez que a determinação do nível N4, por exemplo, implica que a perda de uma quantidade x_2 de terras com matas de preservação permanente é equivalente a perda de uma quantidade y_2 de terras produtivas na região.

PVF - Área Inundada	
Nível de Impacto	Descrição
N6	Não há nenhuma área de terras produtivas nem de matas de preservação permanente inundada
N5	Há inundação de uma quantidade x1 de matas de preservação permanente mas sem inundação de terras produtivas <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade y1 de terras produtivas porém sem inundação de matas de preservação permanente <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade x de matas de preservação permanente e outra y de terras produtivas que estão sobre a função f 5
N4	Há inundação de uma quantidade x2 de matas de preservação permanente mas sem inundação de terras produtivas <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade y2 de terras produtivas porém sem inundação de matas de preservação permanente <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade x de matas de preservação permanente e outra y de terras produtivas que estão sobre a função f 4
N3	Há inundação de uma quantidade x3 de matas de preservação permanente e inundação de uma quantidade y1 de terras produtivas <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade y3 de terras produtivas porém sem inundação de matas de preservação permanente <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade x de matas de preservação permanente e outra y de terras produtivas que estão sobre a função f 3
N2	Há inundação de uma quantidade x3 de matas de preservação permanente e inundação de uma quantidade y2 de terras produtivas <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade y3 de terras produtivas e inundação de uma quantidade x2 de matas de preservação permanente <i>ou</i> Há inundação de uma quantidade x de matas de preservação permanente e outra y de terras produtivas que estão sobre a função f 2
N1	Há inundação de uma quantidade x3 de matas de preservação permanente e também uma quantidade y3 de terras produtivas

Tabela 2. Descritor para o PVF Área Inundada (Adaptado de Keeney, 1992: 107).

Um outro tipo de descritor construído é quando uma imagem representa o ponto de vista melhor do que palavras, onde nada impede de utilizar uma foto ou um desenho como descritor.

É importante ressaltar finalmente que, tanto para os descritores qualitativos construídos quanto para os quantitativos, a estrutura ordinal natural fornecida pela ordem

maior que e *menor que* sobre os estados disponíveis dos elementos primários não induzem, automaticamente, a uma estrutura ordinal de preferência sobre o conjunto de níveis de impacto. Por exemplo, na compra de uma casa, se o PVFj é *acessibilidade ao colégio das crianças*, um descritor escolhido poderia ser o tempo em minutos t de deslocamento de carro entre a escola e a casa, tal que $N_j = \{t.1 \text{ min} / x \in \mathbb{N}\}$, ou seja, o tempo é medido em minutos e é um número pertencente ao conjunto dos números naturais. Dentro deste descritor, uma distância $x = 0$ poderá ser menos atrativa ao decisor que uma distancia $x = 10$ (talvez devido ao ruído excessivo), e uma distância de $x = 10$ poderá ser mais atrativa que $x = 40$ (esta última talvez seja excessivamente distante). Portanto, neste caso a ordenação considerando *maior que* e *menor que* não representa a realidade, pois a atratividade não aumenta, necessariamente, com a redução do tempo t (Corrêa, 1996: 88).

2.3.2 Propriedade dos Descritores

Uma exigência básica que deve ser feita a um descritor para que este operacionalize adequadamente um ponto de vista fundamental é a de não-ambigüidade. É considerado não ambíguo aquele descritor em que cada um de seus níveis de impacto tem um significado claro, para que não haja confusão na fase de estruturação e ou avaliação das ações. São três as propriedades dos descritores:

- Mensurabilidade;
- Operacionalidade;
- Compreensibilidade.

Um descritor que é **mensurável** define um ponto de vista fundamental de forma mais detalhada que este PVF sozinho. Descritores qualitativos que se utilizam freqüentemente de níveis de impacto do tipo "muito bom", "bom", "fraco", etc. colaboram para a diminuição da mensurabilidade do descritor, já que aumentam o grau de ambigüidade envolvido na definição dos níveis de impacto. Também para descritores indiretos pode haver problemas de mensurabilidade, especialmente quando a escolha do descritor não é adequada ao ponto de vista que se quer tornar operacional.

Um descritor é **operacional** quando é adequado para dois propósitos: tanto para descrever uma possível consequência de uma ação potencial com respeito ao PVF para o qual foi construído, quanto para fornecer uma base sólida de discussão para julgamentos de

valor a respeito da atratividade dos vários níveis de impacto sobre o ponto de vista em questão.

Desta forma, as reais consequências de uma ação potencial com respeito a um dado ponto de vista devem ser descritas por um, e somente um, nível de impacto do descritor associado a este ponto de vista fundamental. Também é necessário, para garantir a operacionalidade do descritor, que seja possível expressar preferências relativas em relação aos diferentes níveis de impacto deste descritor.

Todos os descritores devem ser **compreensíveis**. Isto significa dizer que não deve existir ambigüidade na descrição das consequências das ações potenciais em relação ao ponto de vista relacionado e nem deve haver ambigüidade na interpretação destas consequências. Portanto, não deve haver perda de informações quando uma pessoa associa um determinado nível de impacto à uma ação potencial e outra pessoa o interpreta.

Um exemplo ilustrativo para mostrar a necessidade de compreensibilidade de um descritor é mostrado na Figura 3, onde são apresentadas quatro formas de se obter o nível de impacto para o descritor *número de alunos orientados*, associado ao PVF *orientação acadêmica* dentro de um contexto de avaliação de docentes em uma universidade. No descritor 1 o número de alunos é diretamente associado à escala (a flecha indica que valores superiores a 60 podem ser diretamente alocadas à mesma), por exemplo 17 alunos (Corrêa, 1996: 90).

O descritor 2 contém alguma ambigüidade e algumas informações são perdidas. pois 11 e 20 alunos passam a ter o mesmo sentido, já que pertencem ao mesmo nível de impacto 11-20. Ainda mais, os números 20 (nível de impacto 11-20) e 21 (nível de impacto 21-30) estão em níveis de impacto diferentes embora representem apenas 1 aluno de diferença. Enquanto isto os números 11 e 20 pertencem ao mesmo nível de impacto (11-20), embora estejam separados por 9 alunos.

O descritor 3 apresenta as mesmas falhas que o descritor 2, com o agravante de que os limiares dos níveis de impacto são repetidos. Construído desta forma, alguém poderia perguntar-se *Qual nível de impacto deve ser escolhido quando o número de alunos é 10? 0-10 ou 10-20?* Por fim, o descritor 4 carrega uma dose forte de ambigüidade, embora seja freqüentemente usado na prática. Dezesete alunos é um número *mínimo, baixo, moderado ou alto?* Este descritor torna-se, portanto, extremamente dependente do julgamento de cada pessoa sobre o ponto de vista em questão.

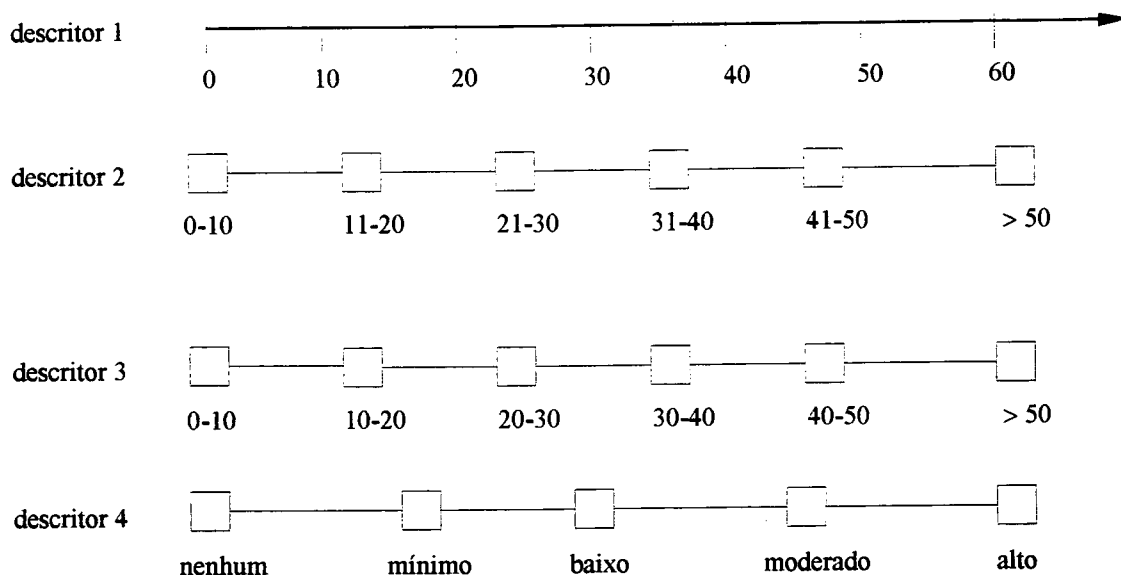


Figura 3. Quatro Tipos de Descritores (Adaptado de Keeney, 1992: 116).

Logo, visando aumentar o entendimento de descritores quantitativos, deve-se construí-los sempre que possível segundo o formato do descritor 1, apresentado na Figura 2.

2.3.3 Etapas para a Construção de Descritores

A construção dos descritores é dividida em cinco etapas:

- 1) Identificar os pontos de vista elementares;
- 2) Identificar os possíveis estados dos pontos de vista elementares;
- 3) Identificar as possíveis combinações dos estados;
- 4) Hierarquizar as possíveis combinações dos estados;
- 5) Descrever as combinações;

As informações necessárias para identificar os pontos de vista elementares, fatores utilizados (quando necessário) para avaliar os pontos de vista fundamentais, são encontradas no mapa cognitivo e, também, procedendo de forma a forçar o decisor a identificar qual o significado de um determinado ponto de vista fundamental, o que ele deseja avaliar e quais os aspectos que deverão ser considerados.

A identificação dos possíveis estados é feita quando se pergunta ao decisor que estados ele julga conveniente colocar para o processo de avaliação nos pontos de vista

fundamentais ou elementares. Às vezes, em determinadas situações, apenas o decisor não basta para definir estes estados e pessoas especializadas precisam ser consultadas.

Não é recomendada a comparação de mais do que 9, no máximo 10, características ou níveis, simultaneamente. O propósito da abordagem MCDA é dividir um grande problema complexo, num conjunto de pequenos problemas que se domina facilmente.

A hierarquização das possíveis ações, quando for simples, pode ser feita manualmente. Se for mais complexa, em torno de nove combinações, utiliza-se um instrumento que é o algoritmo de Thompson, que é uma matriz quadrada com o número de combinações que se deseja obter. A ordem hierárquica é dada pela soma de cada uma das linhas da matriz. Não pode haver inconsistências na matriz, pois se isto acontecer é porque algo está errado e tem-se de fazer tudo de novo.

A quinta etapa se refere à descrição das combinações, que serão os níveis do descritor. A descrição de cada nível é feita como uma matriz, onde a primeira coluna corresponde à ordem hierárquica dos níveis e o primeiro nível corresponde a melhor alternativa e último nível corresponde a pior alternativa. A segunda coluna é a descrição dos níveis e a terceira coluna é a representação simbólica.

2.3.4 Escolha na Utilização de Descritores

Um descritor adequado é essencial para melhorar a comunicação entre os atores, gerar melhores alternativas e também para tornar possível a quantificação do modelo de valor dos atores.

Quando um descritor direto está disponível, então este deve ser escolhido. Porém, em muitas situações, este descritor direto não existe ou então não é adequado. Deve-se escolher, então, entre um descritor construído ou indireto, o que torna o processo mais complexo.

Os descritores construídos avaliam bastante bem as dimensões relacionadas ao ponto de vista fundamental, porém são mais suscetíveis a problemas de compreensibilidade e operacionalidade.

Em alguns problemas pode ser útil decompor um ponto de vista fundamental em diversos pontos de vista mais elementares. A vantagem deste procedimento reside no fato de que muitas vezes é possível encontrar descritores diretos para estes pontos de vista

elementares. A desvantagem é que será necessário uma quantidade maior de informações (Corrêa, 1996: 91).

O uso de descritores indiretos reduz o número de descritores necessários em um problema e simplifica a descrição das consequências das ações. Porém, uma ampla utilização de descritores indiretos aumenta o risco de redundância.

O processo de escolha do tipo e, posteriormente, da construção de descritores é extremamente útil para a estruturação do problema. A escolha de um descritor vai fazer com que apareçam novos valores, aumentando o grau de conhecimento sobre o problema. Assim, se em um primeiro grau de exigência poderia parecer suficiente um certo tipo de descritor, à medida que o processo de estruturação vai avançando é provável que seja necessária uma formalização maior na construção dos níveis de impacto de um descritor, de maneira a tornar operacional o ponto de vista envolvido, possibilitando a quantificação do modelo de valores dos decisores e uma posterior avaliação das ações potenciais que se apresentam (Corrêa, 1996: 92).

CAPÍTULO TRÊS

3. Avaliação

Este capítulo apresenta a fase de avaliação do problema e inicia-se com o enquadramento da avaliação dentro do modelo multicritério de apoio ao processo decisório. Após, são apresentados os métodos mais utilizados para a construção de funções de valor, que têm como objetivo medir a atratividade parcial das alternativas ou ações em cada ponto de vista. O passo seguinte é a apresentação dos métodos para determinação das taxas de substituição, que visam à harmonização dos valores parciais entre os diferentes pontos de vista fundamentais, pois permitem a transformação de unidades locais em unidades globais. Finalmente, a última etapa consiste na determinação do perfil de impacto das alternativas, segundo cada um dos pontos de vista.

3.1 Enquadramento da Avaliação

Dentro da metodologia multicritério de apoio à decisão existem diversas abordagens. Neste trabalho, foi adotado o método de agregação a um critério único de síntese, que consiste em avaliar as alternativas segundo uma função global de utilidade ou valor, função esta que agrega todos os pontos de vista considerados fundamentais. Entre as diversas formas de agregação existentes, o procedimento de agregação aditiva é que foi aqui utilizado. Este procedimento consiste no fato de que, a avaliação global da alternativa a é dada por:

$$V(a) = \sum_{j=1}^n K_j \times v_j [g_j(a)]$$

com $\sum_{j=1}^n K_j = 1$ e v_j (melhor) = 100 e v_j (pior) = 0, com $j = 1, 2, \dots, n$

onde:

- $V(a)$ é o valor global da ação a ;
- K_j é a taxa de substituição do PVF $_j$;
- $g_j(a)$ é o impacto da ação a no critério j (PVF $_j$);
- $v_j [g_j(a)]$ é o valor cardinal (atratividade) de a no PVF $_j$;

- melhor j é o melhor impacto possível no descritor do PVF j ;
- pior j é o pior impacto possível no descritor do PVF j .

3.1.1 Independência Preferencial Ordinal e Cardinal entre Pontos de Vista Fundamentais

O modelo de agregação aditiva só possui validade se os pontos de vista fundamentais forem ordinalmente e cardinalmente preferencialmente independentes.

A independência preferencial ordinal caracteriza-se por colocar os pontos de vista fundamentais em uma ordem de preferência crescente ou decrescente. A seguir, será dado um exemplo ilustrativo, onde se testa se dois pontos de vista fundamentais são ordinalmente preferencialmente independentes.

- Pontos de Vista Fundamentais:
PVF1 - Espaço
PVF2 - Número de Quartos.
- Descritores (Figura 4):

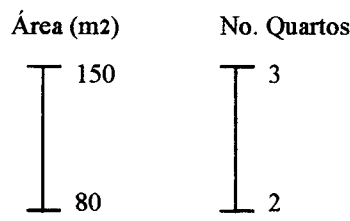


Figura 4. Descritores do Exemplo dos Testes para Independência Preferencial Ordinal e Cardinal.

É importante observar que estes testes de independência preferencial devem ser feitos com os níveis bom e neutro dos descritores dos pontos de vista fundamentais.

- Conjunto de Alternativas Possíveis:
(150 m², 3 quartos)
(150 m², 2 quartos)
(80 m², 3 quartos)
(80 m², 2 quartos).

opi1 (ordinalidade preferencial de independência 1) - É a “área” ordinalmente preferencialmente independente do “número de quartos”?

Sim, se e somente se, para os decisores 150 m² for mais atrativo do que 80 m², em termos de “espaço” para qualquer que seja o número de quartos (Figura 5 abaixo), isto é:

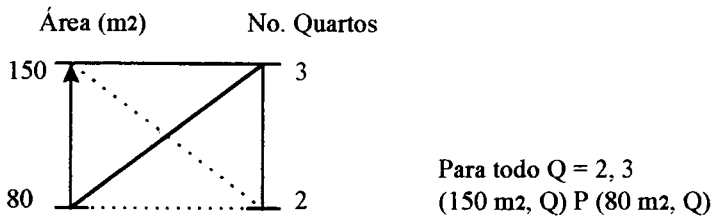


Figura 5. Exemplo de Independência Preferencial Ordinal - Área Ordinalmente Preferencialmente Independente do Nº. de Quartos.

Primeira pergunta feita ao decisor: tem-se um apartamento de 2 quartos. O senhor prefere um apartamento de 150 m² ou de 80 m²? Prefere de 150 m².

Segunda pergunta feita ao decisor: tem-se um apartamento de 3 quartos. O senhor prefere um apartamento de 150 m² ou de 80 m²? Prefere de 150 m².

Agora, a mesma pergunta precisa ser feita no outro sentido:

opi2 (ordinalidade preferencial de independência 2) - É o “número de quartos” ordinalmente preferencialmente independente do “espaço”?

Sim, se e somente se, para os decisores 3 quartos forem mais atrativos do que 2 quartos, em termos de “número de quartos” para qualquer que seja a área (Figura 6 abaixo), isto é:

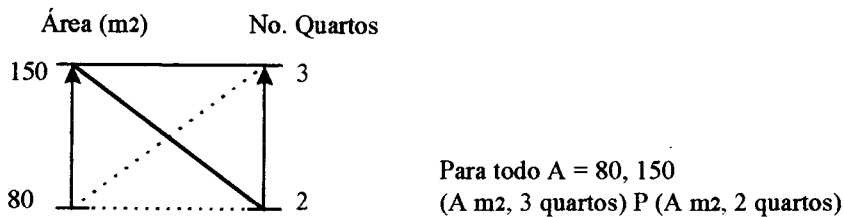


Figura 6. Exemplo de Independência Preferencial Ordinal - Nº. de Quartos Ordinalmente Preferencialmente Independente da Área.

Primeira pergunta feita ao decisor: tem-se um apartamento de 80 m². O senhor prefere um apartamento de 2 quartos ou 3 quartos? Prefere de 3 quartos.

Segunda pergunta feita ao decisor: tem-se um apartamento de 150 m². O senhor prefere um apartamento de 2 quartos ou 3 quartos? Prefere de 3 quartos.

opi3 (ordinalidade preferencial de independência 3) - São a “área” e o “número de quartos” mutuamente ordinalmente preferencialmente independentes?

Sim, se e somente se, a resposta para as perguntas **opi1** e **opi2** forem ambas SIM.

Na independência preferencial cardinal, com base na ordenação que foi feita anteriormente, é preciso dizer o quanto um ponto de vista fundamental é preferível ao outro. A seguir, dar-se-á um exemplo ilustrativo, com os mesmos elementos utilizados no

exemplo anterior, onde se testa se dois pontos de vista fundamentais são cardinalmente preferencialmente independentes.

ci1 (cardinalidade de independência 1) - É a “área” cardinalmente preferencialmente independente do “número de quartos”?

Sim, se e somente se, para os decisores a “diferença de atratividade” entre 150 m² e 80 m², em termos de “espaço” não é afetada pelo número de quartos (Figura 7 abaixo), isto é:

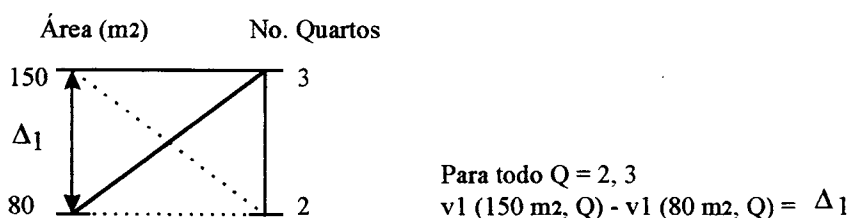


Figura 7. Exemplo de Independência Preferencial Cardinal - Área Cardinalmente Preferencialmente Independente do N°. de Quartos.

Primeira pergunta feita ao decisor: quando se tem um apartamento de 2 quartos, o senhor disse que preferia o apartamento de 150 m² ao de 80 m². Quanto é essa preferência? É fraca, forte, moderada, ...? Essa preferência é forte.

Segunda pergunta feita ao decisor: se o apartamento for de 3 quartos, quanto o senhor prefere mais o de 150 m² ao de 80 m²? Então, ele deve responder que prefere de uma forma forte, para serem cardinalmente independentes.

Agora, a mesma pergunta precisa ser feita no outro sentido:

ci2 (cardinalidade de independência 2) - É o “número de quartos” cardinalmente preferencialmente independente do “espaço”?

Sim, se e somente se, para os decisores a “diferença de atratividade” entre 3 quartos e 2 quartos, em termos de “número de quartos” não é afetada pela área (Figura 8 abaixo), isto é:

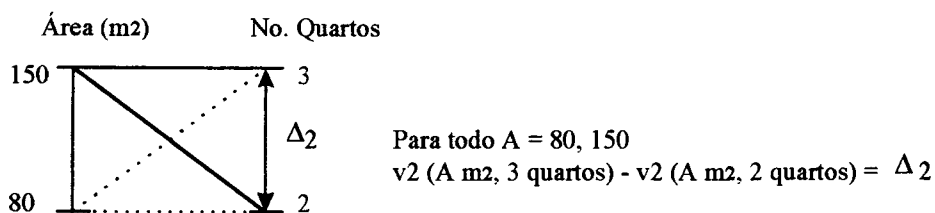


Figura 8. Exemplo de Independência Preferencial Cardinal - N°. de Quartos Cardinalmente Preferencialmente Independente da Área.

Primeira pergunta feita ao decisor: quando se tem um apartamento de 80 m², o senhor disse que preferia o apartamento de 3 quartos ao de 2 quartos. Quanto é essa preferência? É fraca, forte, moderada, ...? Essa preferência é moderada.

Segunda pergunta feita ao decisor: se o apartamento for de 150 m², quanto o senhor prefere mais o apartamento de 3 quartos ao de 2 quartos? Então, ele deve responder que prefere de uma forma moderada, para serem cardinalmente independentes.

ci3 (cardinalidade de independência 3) - São a “área” e o “número de quartos” mutuamente cardinalmente preferencialmente independentes?

Sim, se e somente se, a resposta para as perguntas ci1 e ci2 forem ambas SIM.

Lembrando que, para os dois PVF's, o melhor impacto possível no descritor é igual a 100 e o pior impacto é igual a 0 e que se estes dois PVF's são cardinalmente preferencialmente independentes, então: $\Delta 1$ é o acréscimo de valor global provocado pela variação do nível de impacto do pior nível para o melhor no respectivo PVF.

Se os pontos de vista fundamentais forem cardinalmente preferencialmente independentes, obrigatoriamente também serão ordinalmente preferencialmente independentes, portanto, basta fazer o teste de independência preferencial cardinal entre os pontos de vista fundamentais.

Depois de feito o teste de independência preferencial cardinal com todos os pontos de vista fundamentais do problema, o processo de avaliação inicia-se com a construção de funções de valor cardinais sobre cada um dos descritores construídos anteriormente.

3.2 Métodos para Construção de Funções de Valor

A tarefa de construção destas funções, neste trabalho, é feita através da metodologia MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Technique) desenvolvida por Bana e Costa e Vansnick (1994: 32), que será apresentado a seguir, juntamente com outros dois métodos também bastante utilizados: os métodos Direct Rating e da Bisseção.

3.2.1 Método MACBETH para Construção de Funções de Valor

A metodologia MACBETH apresenta uma abordagem para o problema de construção de funções de valor cardinais a partir de juízos absolutos de diferença de atratividade e, portanto, será introduzida uma noção de diferença de atratividade como base para a construção de funções de valor cardinais.

Parte-se para a construção de uma escala cardinal sobre A (conjunto de ações potenciais) com o objetivo de quantificar a idéia de valor das ações, valores estes medidos através do conceito de atratividade. Quando o decisor for questionado a emitir julgamentos de valor sobre as ações potenciais em uma determinada situação, deverá fazê-lo em termos de atratividade que ele sente por esta ação. Ele vai emitir um conjunto de termos semânticos que serão utilizados para identificar diferentes níveis de atratividade. Então, quer-se construir uma função $v(a)$, onde o número real represente o valor de a , pertencente ao conjunto dos possíveis valores das ações, em termos de cada ponto de vista fundamental. Bana e Costa e Vansnick (1995: 33) definem esta tarefa como sendo a construção de uma função-critério, onde: $v_j : A \rightarrow \mathbb{R} : a \rightarrow v_j(a)$.

Serão apresentados dois axiomas, a partir dos quais se poderá construir a escala semântica e a função cardinal associada.

Essa função $v(a)$ deve observar as seguintes condições:

- I) $\forall a, b \in A, v(a) > v(b)$ sse para o avaliador a é mais atrativo que b ($a P b$);
para toda ação a e b , pertencente ao conjunto de possíveis ações A , o valor da ação a será maior que o valor da ação b , se e somente se, para o avaliador a for mais atrativo que b , isto é, o decisor prefere a a b .
- II) $\forall a, b, c, d \in A, v(a) - v(b) > v(c) - v(d)$, se e somente se, para o avaliador a diferença de atratividade entre a e b é maior que a diferença de atratividade entre c e d .

A questão fundamental da metodologia MACBETH que deve ser proposta ao decisor é:

Dados os impactos $i_j(a)$ e $i_j(b)$ de duas ações potenciais a e b de A segundo um ponto de vista fundamental PVF $_j$, sendo a julgada mais atrativa (localmente) que b , a diferença de atratividade entre a e b é “fraca”, “forte”,...?

Para facilitar a interação entre o decisor e o facilitador é introduzida uma escala semântica formada por categorias de diferença de atratividade. Portanto, quando o facilitador questionar o decisor, através da questão descrita acima, este deverá escolher uma, e somente uma, entre as categorias apresentadas.

A passagem da escala semântica para a escala cardinal, na metodologia MACBETH, por um lado, introduz um intervalo de reta real associado a cada uma das categorias e, por outro lado, este intervalo não é fixado a priori: ao contrário, ele é determinado simultaneamente com a escala numérica v que está sendo procurada.

Construída dessa forma, a metodologia MACBETH liga-se ao problema teórico de representação numérica de semi-ordens múltiplas por limiares constantes, problema estudado e resolvido por Doignon (1987), apud Bana e Costa e Vansnick (1995: 07) no caso geral. Assim, em um problema onde exista uma estrutura de m relações binárias ($P(1)$, ..., $P(k)$, ..., $P(m)$), em que $P(k)$ representa uma relação de preferência tanto mais forte quanto k é maior, sempre em termos de um dado ponto de vista fundamental PVFj, é possível representar estas relações de preferências numericamente. As semi-ordens múltiplas introduzem-se de maneira natural, desde que se queira representar as preferências através de uma função v e de funções limiares S_k tais que, por exemplo:

$$a P(k) b \Leftrightarrow S_k < v(a) - v(b) < S_{k+1}$$

“a” é preferível a “b” em um nível “k”. Pode-se dizer esta situação, se se admitir a existência dos conceitos que foram colocados anteriormente, onde se disse que terá um conceito C_0 , C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6 . Isto está dizendo que se podem representar estas diferenças de atratividades para um segmento de retas que caracterizam a situação onde o segmento de reta que representa C_0 será sempre menor que todos os outros, o segmento de reta C_1 será sempre maior do que o C_0 e menor do que os outros. O “k” é o (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Ou seja, Doignon demonstrou que é possível representar numericamente categorias semânticas de diferença de atratividade através de um intervalo de números reais. Assim, por exemplo caso o decisor julgue que o par de ações (a,b) possua uma diferença de atratividade muito fraca representada, por exemplo, por $P(1)$, tem-se:

$$a P(1) b \Leftrightarrow S_1 < v(a) - v(b) < S_2$$

Mais apuradamente, uma vez que o decisor tenha definido para cada par de ações (a,b) de A uma categoria semântica de diferença de atratividade, MACBETH tenta determinar simultaneamente (Corrêa, 1996: 97):

- uma aplicação $v: A \rightarrow \Re$ associando cada elemento a de A com um número real $v(a)$
- números reais $s_1, \dots, s_j, \dots, s_n$ tais que:
(1) $0 = s_1 < \dots < s_j < \dots < s_n$
(2) $\forall a, b \in A$:
 $\forall k \in \{1, \dots, n-1\}: s_k < v(a) - v(b) < s_{k+1}$
e $s_n < v(a) - v(b)$ se e só se $(a, b) \in P_{(n)}$.

A metodologia MACBETH propõe ao decisor que exprima seus juízos de valor segundo uma escala semântica formada por seis categorias ($n = 6$), cada uma delas com dimensões não necessariamente iguais:

C0 - nenhuma diferença de atratividade (indiferença)	$C0 = s_1 = 0;$
C1 - diferença de atratividade muito fraca	$C1 = [s_1, s_2];$
C2 - diferença de atratividade fraca	$C2 =]s_2, s_3];$
C3 - diferença de atratividade moderada	$C3 =]s_3, s_4];$
C4 - diferença de atratividade forte	$C4 =]s_4, s_5];$
C5 - diferença de atratividade muito forte	$C5 =]s_5, s_6];$
C6 - diferença de atratividade extrema	$C6 =]s_6, +\infty[.$

A Figura 9 abaixo é uma representação gráfica na semi-reta dos números reais positivos das categorias de atratividade MACBETH. As categorias são delimitadas por limiares constantes s_1, \dots, s_6 . Estes limiares são determinados simultaneamente à obtenção da escala de valor v . Note-se que as categorias não precisam, necessariamente, possuir o mesmo tamanho.

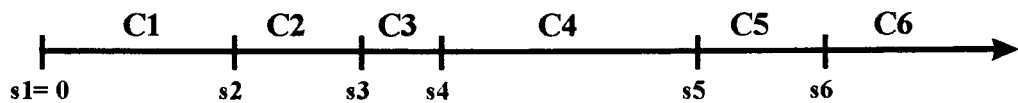


Figura 9. Representação das Categorias de Diferença de Atratividade na Semi-Reta dos Reais Positivos (Bana e Costa e Vansnick, 1995: 08) .

A Figura 10 é uma ilustração de um exemplo de problema de semi-ordens múltiplas e os valores são apenas para fins de ilustração. Tendo o decisor feito seus julgamentos absolutos de diferença de atratividade entre as três ações presentes, obtiveram-se, por

exemplo, os limiares e os valores para as ações representadas na Figura 10 abaixo. A escala obtida hierarquizou as ações a , b e c com 100, 93 e 30 pontos respectivamente. O resultado apresentado indica que a diferença de valor entre as ações a e b é 7 unidades ($v(a)-v(b)=7$), o que está de acordo com a categoria C1 (diferença de atratividade muito fraca), que é definida entre os valores 0 e 10 unidades. A diferença de atratividade entre os valores b e c foi considerada como sendo forte pelos decisores, ou seja, categoria C4. A escala construída gerou uma diferença de valor entre as ações de 63 unidades ($v(b)-v(c)=63$), valor este que está entre os limites da categoria C4 que são 44 e 67 unidades. O mesmo tipo de análise pode ser feito para o par (a,c) de ações. Como a diferença de atratividade entre as ações foi considerada forte pelos decisores, ou seja, categoria C5, a diferença de valor entre as duas ações deve estar entre os limiares da categoria C5, ou seja, entre 67 e 92 unidades. Conforme pode-se constatar a diferença é 70 pontos ($v(a)-v(c)=70$), isto é, dentro do esperado.

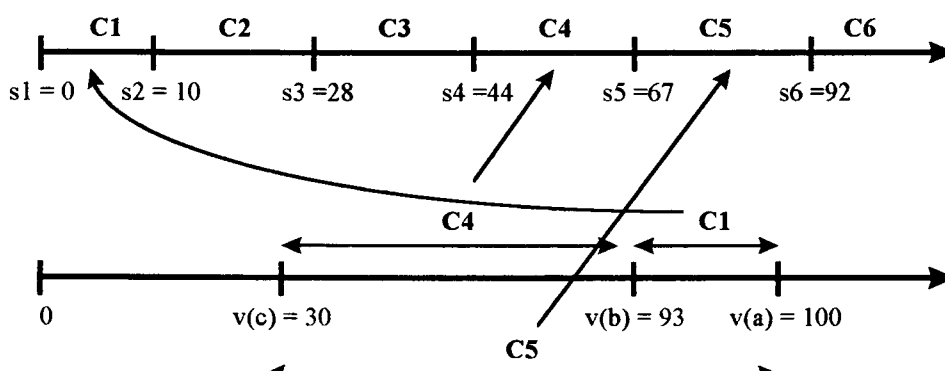


Figura 10. Exemplo de um Problema de Semi-Ordens Múltiplas (Corrêa, 1996: 104).

O MACBETH trata de identificar uma matriz de diferenças de atratividade entre todos os possíveis estados e, a partir destas diferenças, construir uma escala que atenda a todas essas diferenças. Existe um número muito grande de informações redundantes e o modelo precisa atender a todas elas, portanto, é um modelo que precisa ser matematicamente muito consistente, pois, caso contrário, ele não vai ter condições de apresentar soluções. O procedimento consiste, então, em apresentar uma escala semântica padrão para identificar essas diferenças de atratividade. Deve ficar claro que os elementos constituintes de cada escala são impactos de ações e que essas ações podem ser reais, virtuais, fictícias ou imaginárias. Quando se forem avaliar níveis de impacto, estar-se-á

trabalhando em uma dimensão, num problema que tem "n" dimensões, onde sempre se terá que admitir a existência das outras dimensões.

3.2.1.1 Matrizes de Juízos de Valor

Para facilitar a expressão dos julgamentos absolutos de diferença de atratividade entre os pares de ações é construída uma matriz de juízos de valor (matriz triangular superior), proposta por Bana e Costa e Vansnick (1995), apud Corrêa (1996: 99) para cada ponto de vista fundamental conforme Tabela 3 abaixo.

A construção da matriz supõe que $A = \{a_n, a_{n-1}, \dots, a_1\}$ é o conjunto de n ações a avaliar e que estas já estão ordenadas por ordem decrescente de atratividade $a_n P, a_{n-1} P, \dots, P a_1$.

	a_n	a_{n-1}	.	.	a_2	a_1
a_n		$x_{n, n-1}$	.	.	$x_{n, 2}$	$x_{n, 1}$
a_{n-1}			.	.	$x_{n-1, 2}$	$x_{n-1, 1}$
.				.	.	.
.					.	.
a_2						$x_{2, 1}$
a_1						

Tabela 3. Matriz de Juízos de Valor (Adaptado de Bana e Costa e Vansnick, 1995: 08).

Assim, $\forall i > j \in \{1, 2, \dots, n\}$, $x_{i,j}$ toma o valor $k \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ se o decisor julgar que a diferença de atratividade do par (a_i, a_j) pertence a categoria C_k . Os números não têm representatividade numérica e, sim, representatividade semântica, servindo apenas, como indicadores semânticos de qual categoria de diferença de atratividade foi atribuída ao par respectivo.

Desta forma, o decisor pode expressar os seus julgamentos absolutos de diferença de atratividade em relação a este ponto de vista fundamental para todos os pares de ações $(a_i, a_j) \in A$. As ações já estão previamente ordenadas por ordem decrescente de atratividade de maneira a facilitar a construção da matriz de juízo de valor. Caso não fosse feita uma ordenação prévia, não seria possível a utilização de uma matriz triangular superior, o que dificultaria a identificação de inconsistências nos julgamentos do decisor.

A construção das matrizes de juízos de valor é feita através de julgamentos, onde são utilizados os níveis de impacto dos descritores dos pontos de vista fundamentais. Então, são feitas, par a par, as declarações das diferenças de atratividade entre os níveis de impacto das ações potenciais, previamente ordenados nos descritores de cada PVF. Nesta matriz os níveis de impacto são colocados em ordem decrescente de preferência, em linha e em coluna e no triângulo superior da matriz são colocados, na célula correspondente à comparação entre duas ações, os números correspondentes à cada categoria de atratividade. É importante lembrar que, ao se fazerem as devidas comparações para se obterem juízos de valor do decisor, não se estarão comparando níveis e nem pontos de vista, e sim, ações.

3.2.1.2 Construção da Escala de Valor Cardinal

A metodologia MACBETH utiliza um problema de programação linear para a obtenção das escalas de valor cardinais. Matematicamente, a metodologia é composta por quatro programas lineares sequenciais, sendo que o primeiro deles analisa a consistência cardinal dos julgamentos de valor do decisor, indicando se o problema de representação numérica de semi-ordens múltiplas tem solução ou não.

O artifício utilizado pela metodologia MACBETH é a introdução de uma variável auxiliar c . Esta variável só vai ser ativada pelo programa caso não seja possível representar por limiares constantes os julgamentos do decisor. O que se está procurando é que a diferença de valor entre as ações, por exemplo, $v(a) - v(b)$, seja um número compreendido entre os valores absolutos S_k e S_{k+1} . Desta forma, podem-se identificar inconsistências cardinais quando a variável c for diferente de zero. A formulação compacta do programa está apresentada abaixo (Corrêa, 1996: 97).

Problema Mc1: a função-objetivo do problema é a minimização da variável auxiliar c , cuja utilidade é verificar se há inconsistência nos julgamentos do decisor.

Minimizando c

$$r1) s1 = 0$$

$$r2) v(a1) = 0, \text{ onde } \forall a \in A; \text{ vale } a P a1$$

As restrições fixam uma origem para a escala, garantindo que o limiar inferior da categoria de diferença de atratividade $C1$, assim como o valor da ação menos atrativa, sejam iguais a zero.

$$r3) \forall k \in \{2, 3, \dots, 6\}: s_k - s_{k-1} \geq 1000$$

A restrição r3 estabelece que o tamanho mínimo de cada categoria seja igual a 1000 unidades. É um valor arbitrário e foi escolhido para que o erro introduzido nas duas restrições seguintes não tenha um valor significativo. Auxilia nos problemas de arredondamento da programação linear.

$$r4) \forall k \in \{1, 2, 3, \dots, 6\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) \geq s_k + 1 - c$$

$$r5) \forall k \in \{1, 2, 3, \dots, 5\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) \leq s_{k+1} - 1 - c$$

As restrições r4 e r5 são a aplicação da fórmula desenvolvida por Doignon (1987), apud Corrêa (1996: 106) para o problema de semi-ordens múltiplas, cuja condição é:

$$a P_{(k)} b \Leftrightarrow s_k < v(a) - v(b) < s_{k+1}$$

Ou seja, para cada par de ações, ou para cada posição da matriz de juízos de valor, deve-se garantir a diferença de valor entre as duas ações esteja entre os limites da categoria de diferença de atratividade que lhes foi atribuída. De maneira a ser possível a utilização de programação linear, a equação acima foi transformada em duas, representadas pelas restrições r4 e r5. Como em programação linear não é possível a utilização de desigualdades restritas (do tipo maior ou menor que), foi utilizado um artifício para transformar estas desigualdades em outras (do tipo maior ou igual a ou menor ou igual a), que foi a inclusão de uma constante, com o valor de 1 unidade, respeitando a condição teórica. Porém, a inclusão desta constante representa um erro na formulação do problema, mas a restrição r3 garante que o tamanho mínimo de cada categoria seja de 1000 unidades e, portanto, o erro introduzido será de apenas 0,1%. Então, para que o programa Mc1 tenha sempre solução é introduzida a variável auxiliar c . Esta variável é ativada sempre que a diferença entre os valores de duas ações não pertença ao intervalo definido pelos limiares da categoria de diferença de atratividade à qual pertencem as ações.

$$r6) s_1, \dots, s_6 \geq v(a) \geq 0 \quad \forall a \in A; c \geq 0$$

A restrição r6 garante a condição de não-negatividade para todas as variáveis do problema.

Formulado desta maneira, o programa Mc1 sempre produzirá uma escala representando os julgamentos de valor do decisor. Como o objetivo do trabalho não é a apresentação em detalhes da metodologia MACBETH, os programas Mc2, Mc3 e Mc4 não serão apresentados. O esquema da Figura 11 representa a forma de interação da abordagem MACBETH.

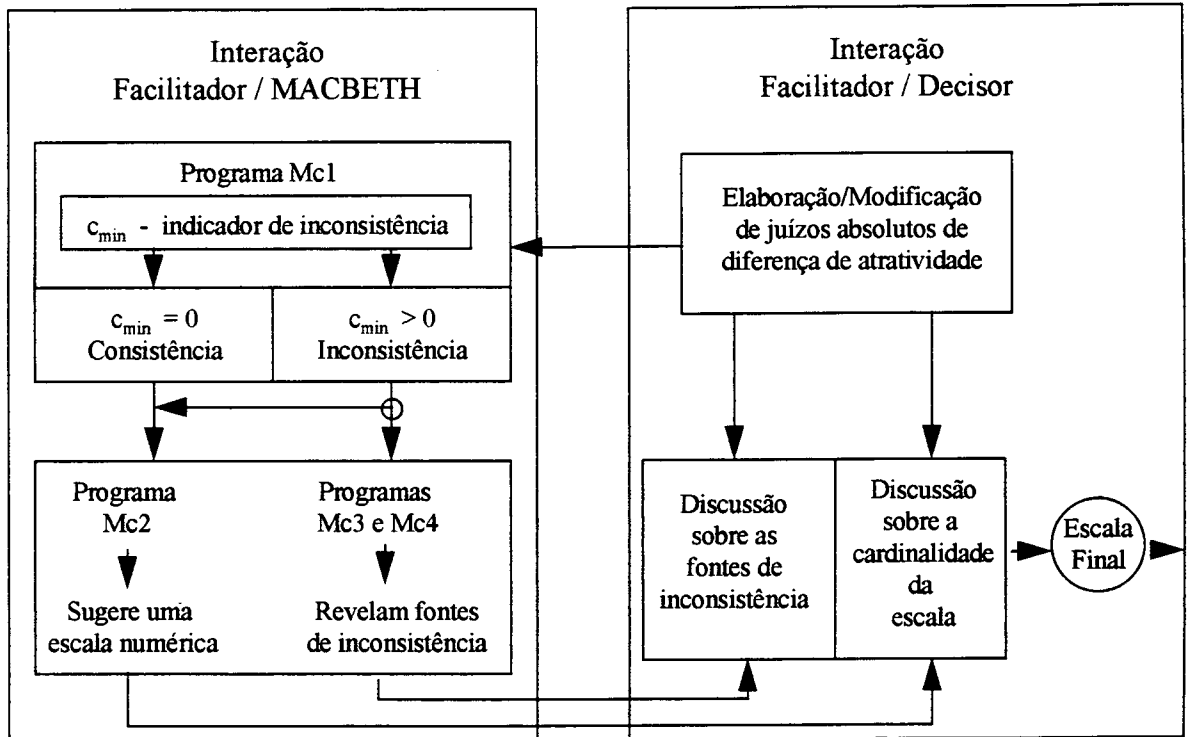


Figura 11. Esquema Interativo MACBETH (Bana e Costa e Vansnick, 1995: 11).

Através deste procedimento, o facilitador irá construir escalas de valor cardinais locais para todos os pontos de vista fundamentais do problema, possibilitando a avaliação local das ações potenciais.

Quando as matrizes de juízos de valor são muito grandes, podem ocorrer inconsistências nos julgamentos de valor do decisor. As inconsistências podem ser de dois tipos: semântica e cardinal. A inconsistência semântica ocorre quando o decisor atribui uma categoria de diferença de atratividade a um par de ações que não é logicamente aceitável, ou seja, suponha-se que um decisor atribuiu ao par de ações $(a,b) \in A$ a categoria de diferença de atratividade C_k . Este mesmo decisor, quando questionado sobre a diferença de atratividade do par de ações $(b,c) \in A$, respondeu que correspondia à diferença de atratividade $C_{k'}$, sendo $k > k'$. Isto significa que para este decisor, a ação a é mais atrativa do que a ação b de forma mais intensa do que a ação b é mais atrativa do que a ação c . Conseqüentemente, quando se pergunta sobre a diferença de atratividade entre as ações a e c , é lógico concluir que esta diferença deve pertencer a uma categoria $C_{k''}$, com $k'' \geq k$. Isto significa dizer que, a diferença de atratividade entre o par de ações (a,c) é pelo menos tão grande quanto àquela entre o par (a,b) .

A Figura 12 abaixo apresenta um exemplo onde se poderá observar graficamente o significado da hipótese lógica de consistência de julgamentos. Tendo o decisor identificado

que a diferença de atratividade entre as ações a e b pertence à categoria C_3 , ou seja, é moderada, e a diferença entre as ações b e c é fraca, portanto categoria C_2 , a diferença entre as ações a e c não poderia ser inferior à categoria C_3 (moderada). No exemplo, o julgamento do decisor foi consistente, pois a diferença de atratividade entre o par de ações (a, c) pertence à categoria C_5 , ou seja, muito forte.

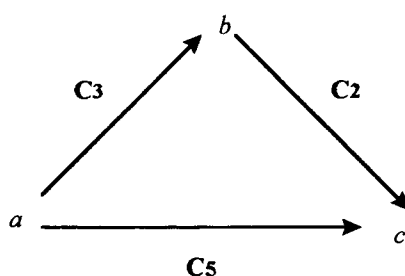


Figura 12. Exemplo de Julgamentos consistentes (Corrêa, 1996: 103).

A verificação desta condição de consistência semântica é feita de forma bastante simples. Uma vez que a matriz de juízos de valor é construída com as ações já ordenadas, partindo da ação mais atrativa para a menos atrativa, a consistência semântica é garantida caso os valores x_{ij} correspondentes aos julgamentos de valor do decisor não decresçam em linha da esquerda para a direita, nem cresçam em coluna de cima para baixo (Corrêa, 1996: 103).

Na prática, a utilização deste teste de consistência em casos reais faz com que os decisores facilmente reavaliem seus juízos de valor, quando estes estão envolvidos em alguma situação de inconsistência.

A inconsistência cardinal ocorre quando não é possível a representação dos julgamentos de valor do decisor através de uma escala cardinal dentro dos números reais, mesmo todos os julgamentos semânticos do decisor estando corretos. Então, será necessária uma interação com o decisor para que ele reavalie os julgamentos que ficaram inconsistentes. O processo utilizado pela abordagem MACBETH, representado anteriormente na Figura 12, é repetido tantas vezes quanto necessário até que se alcance a consistência de julgamentos.

3.2.2 Método Direct Rating para Construção de Funções de Valor

Esse talvez seja o método numérico mais importante e amplamente usado para construção de funções de valor. Então, dado um conjunto de alternativas, o decisor é questionado a identificar a *melhor* e a *pior* do conjunto. A esses dois estímulos são associados dois valores que servirão de âncora para a escala (geralmente usa-se 0 e 100 por facilidade de cálculo). Em seguida, os decisores são questionados para expressar numericamente a atratividade dos demais estímulos, *em relação às âncoras*, ou seja, existe uma série de níveis ou estados: A1, A2, A3..., já identificada uma ordem crescente ou decrescente de possíveis estados e se atribui o valor “0” para o pior nível e o valor “100” ao maior nível. O método Direct Rating consiste em, conhecidos os 2 extremos, pedir ao decisor para ele identificar aos demais estados os valores correspondentes, de tal maneira que as diferenças de atratividade se mantenham. Nunca se deve dizer que A2 representa 50% de A5. Diz-se que a diferença de atratividade de A1 e A2 é maior que a diferença de atratividade de A3 e A2. No método Direct Rating não é solicitado a ordem das alternativas, e sim a melhor alternativa e a pior, portanto, os erros são comuns. Recomenda-se, então, não só identificar apenas a melhor e a pior das alternativas mas, principalmente, a hierarquia, a ordenação completa dessas alternativas.

A seguir, será dado um exemplo ilustrativo para melhor entendimento do método (von Winterfeldt & Edwards, 1986: 45). Um jovem médico deseja escolher um local para trabalhar. A cidade onde o hospital se localiza é um fator considerado importante para ele. As cidades disponíveis são:

- 1. Ann Harbor
- 2. Boston
- 3. Chicago
- 4. Los Angeles
- 5. São Francisco

Na Figura 13 abaixo, o decisor identificou que Chicago seria o pior local para trabalhar e São Francisco seria o melhor.

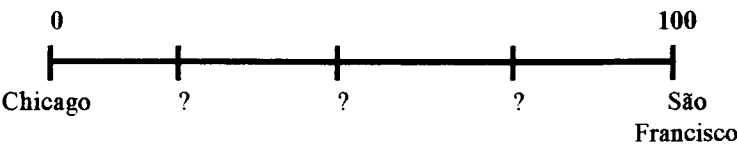


Figura 13. Exemplo do Método Direct Rating com Chicago como Pior Alternativa e São Francisco como Melhor.

Na Figura 14 abaixo, após uma melhor reflexão, o decisor revisou seus julgamentos, considerando Ann Harbor o pior local, seguido de Chicago, Los Angeles e Boston, mantendo São Francisco como a melhor cidade.

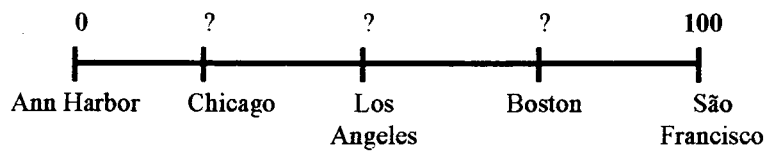


Figura 14. Exemplo do Método Direct Rating com Revisão de Julgamentos do Decisor.

Na Figura 15, o decisor é questionado para *analisar cautelosamente o valor relativo* das localizações restantes e para posicioná-las de forma que os espaçamentos relativos (diferenças de atratividade) entre elas reflitam a intensidade de preferência de uma cidade sobre outra.

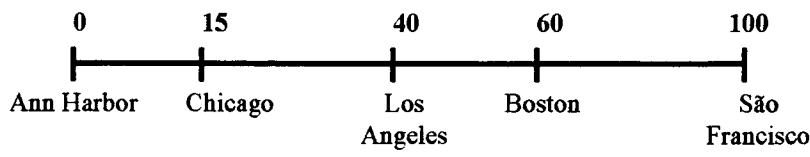


Figura 15. Exemplo do Método Direct Rating com Revisão de Julgamentos do Decisor.

É feita a seguinte pergunta para o decisor: a diferença de atratividade de Chicago para Ann Arbor (15) é maior ou menor que a diferença de atratividade de Boston para Los Angeles (20)? Se ele disser que a diferença de atratividade de Boston para Los Angeles é maior (20), então as parcelas estão coerentes. Depois, pergunta-se se a diferença de atratividade de Los Angeles para Ann Arbor (40) é equivalente à diferença de atratividade de São Francisco para Boston (40), segundo o seu juízo de valor. O processo de construção da escala se encerra quando o decisor está confortável com suas avaliações. Os números *não* precisam ser refinados ao último algarismo. Ao invés disso, o que é importante é que *os intervalos* entre as alternativas façam sentido para o decisor. É importante ressaltar que o método Direct Rating só se aplica quando o conjunto de ações é finito; se ele for contínuo não se aplica.

3.2.3 Método da Bisseção para Construção de Funções de Valor

O método da Bisseção é especialmente útil quando os descritores são contínuos. Primeiramente, pede-se ao decisor que identifique dois valores extremos que delimitem todo o intervalo de possíveis consequências segundo o ponto de vista em questão. Novamente, esses dois estímulos são associados a dois valores que servirão de âncora para a escala (geralmente usa-se 0 e 100 por facilidade de cálculo). Em seguida, pede-se aos decisores para identificar *o estímulo, cujo valor é a metade dos dois valores extremos*. Através de subdivisões adicionais pode-se refinar a função de valor. A seguir, apresenta-se um exemplo ilustrativo para melhor entendimento do método (von Winterfeldt & Edwards, 1986).

Considere-se um consultor que deseja abrir um escritório em Los Angeles. A distância entre o Aeroporto Internacional de Los Angeles e as possíveis localizações é um fator importante. Considera-se que este ponto de vista pode ser medido adequadamente através do indicador “tempo para percorrer a distância entre o aeroporto e o escritório de carro”.

Na Figura 16 abaixo, observa-se que:

- 0 min é considerado o melhor nível possível. Aqui só estamos considerando distância e outros fatores, tais como ruído, são deixados de lado neste momento.
- 1 h é considerado o tempo máximo admissível.

Poderá haver até locais muito bons fora dessa distância, mas ele coloca como critério de rejeição. Se levar mais de 1 hora de automóvel do aeroporto até o local candidato, ele não tem interesse. Então, com isto, definiram-se os 2 extremos: o local que estivesse a 1 hora teria o valor 0 e o local que estivesse a 0 min teria o valor 100.

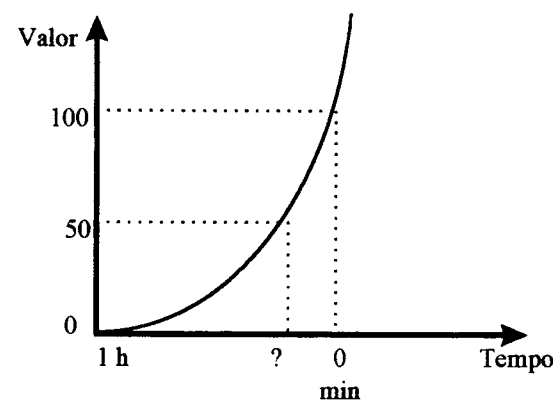


Figura 16. Exemplo do Método Bisseção com 0min Considerado o Melhor Nível e 1h o Pior.

Para determinar o ponto $v = 50$ o facilitador deve iniciar com a média do intervalo do descritor. No exemplo, representado na Figura 17 abaixo, o consultor foi questionado se o desconforto que sentia nos primeiros 30 min era equivalente aos 30 min finais. Ele respondeu que a diferença de atratividade entre os primeiros 20 min era equivalente àquela entre os 40 min finais. O decisor colocou que a satisfação de passar de 1 hora até 20 min, se ele estivesse num local que levasse 1 hora e pudesse passar para um outro local que levasse 20 min, isso lhe daria uma satisfação equivalente a passar desse local de 20 min para o local que ficasse em cima do aeroporto. Então, com isso, identificaram-se três pontos para o processo. Então, novamente, para determinar o ponto com $v = 50$, o facilitador deve iniciar com a média dos intervalos. Supondo-se que se deva iniciar com esse processo, então o procedimento seria perguntar ao decisor: entre 1 hora e 0 min, a metade é 30 min. O Sr. considera que a satisfação de passar de um ponto de 1 hora para 30 min é equivalente a satisfação de passar de 30 min para 0 min? Não, não é equivalente, este intervalo aqui é muito inferior! Se ele considera inferior, tem que se colocar para frente esse valor. Então, ao invés de colocar 30 min, coloca-se 25 min. Ainda é considerado inferior. E se se coloca 20 min, pode-se ficar em dúvida. E se colocar 15 min? Aí irá inverter. Então, a partir daí, já se identifica o ponto. É importante prestar-se bem a atenção: diferença de atratividade é intervalo, portanto, deve-se estar consciente de que se trabalha sempre com intervalos, variações absolutas de intervalos e nunca identificando que determinado ponto seria 1/3 de outro. Não existe essa noção, a comparação de $v = 1$ hora contra $v = 20$ min. Tem-se que trabalhar sempre é com diferenças de atratividade. Isto é fundamental, é muito importante porque, se não se trabalhar assim, se estará trabalhando com escalas de razão e, no momento em que se está trabalhando com escalas de razão, várias das propriedades que se vai precisar utilizar não são válidas.

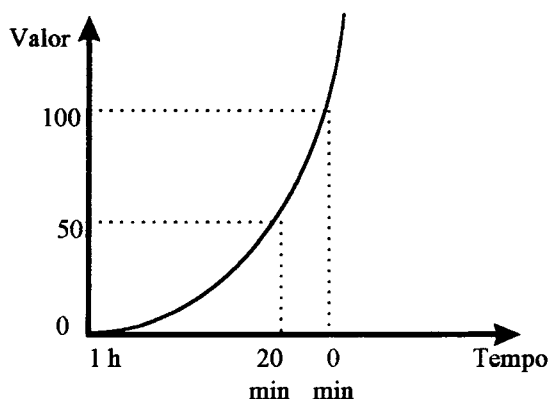


Figura 17. Exemplo do Método Bisseção Para Determinar o Ponto com $V=50$.

Agora, para refinar a função de valor, pergunta-se ao decisor: Sr. Decisor, o sr. já identificou os pontos 1 hora, 20 min e 0. Agora deve-se de identificar o seguinte: deve passar de 20 min para algum outro tempo que o sr. queira igual satisfação e deve passar esse tempo para 0 min – começa-se novamente com o ponto médio, intermediário. O sr. acha que isso lhe daria igual satisfação, passar de um local onde o sr. leva 20 min, para outro local onde o sr. leva 10 min, lhe provoca igual satisfação? Se a resposta for afirmativa, pergunta-se se esta satisfação é equivalente a passar de um local que leva 10 min para 0 min. Se for negativa, isso indica que se terá que avançar. Assim, vai-se avançando até que se chegue 7,5 min. Então, pergunta-se: Sr. decisor, qual situação prefere, passar de um local de 20 min para um local de 7,5 min ou passar de um local de 7,5 min para um local de 0 min? Ele responde que é indiferente. Com essa resposta, pode-se concluir que esse ponto seria o ponto intermediário, de igual satisfação, como mostra a Figura 18 abaixo.

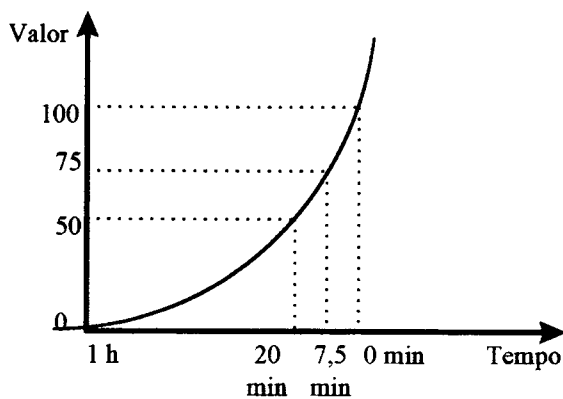


Figura 18. Exemplo do Método Bisseção Para Determinar o Ponto de Bisseção Entre 0min e 20min.

Este procedimento pode ser seguido para se encontrarem pontos médios adicionais. No entanto, em geral, três pontos da função de valor identificados cuidadosamente devem fornecer informação suficiente para o desenho de uma curva suave. Isto quer dizer que não se precisa ser mais preciso do que realmente é possível. Se, por exemplo, se forem definir 30 pontos, para ter uma curva bastante ajustada, o que vai acontecer é que o decisor vai cansar e vai fornecer informações errôneas e essas irão basear o traçado de uma função de valor. Então, é preferível traçar 2, 3 ou 4 pontos e não mais do que isso, mas cuidadosamente e, a partir desses pontos, fazer o traçado por ajustamento ou interpolação linear para que, justamente, não tenha problema nenhum. O erro que se vai cometer em fazer este ajustamento vai ser melhor do que o erro de se cansar o decisor e, conseqüentemente, se obterem pontuações limitadas, que não representam seu melhor juízo

de valor. É claro que, obtida a função, se tem que ter a aprovação do decisor, que revela os valores e isto só poderá ser feito através de testes.

3.3 Métodos para Determinação das Taxas de Substituição

Nesta seção, assim como na seção anterior, serão apresentados três métodos para determinação das taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais. O primeiro é o método MACBETH, que foi o método utilizado neste trabalho para determinar as taxas de substituição. O segundo é o método Trade-Off, seguido do método Swing Weights.

3.3.1 Método MACBETH para Determinação das Taxas de Substituição

Foi necessária a utilização de um modelo de agregação para que se possa dizer alguma coisa a respeito do modelo global. Precisa-se conhecer as importâncias relativas de cada ponto de vista fundamental para se integrar todo o problema, que está fragmentado em partes.

Na metodologia MACBETH, o processo de determinação das taxas de substituição consiste de duas etapas principais: uma ordenação prévia dos pontos de vista fundamentais e a geração de uma escala, que, normalizada, vai fornecer as taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais.

A ordenação dos pontos de vista é feita pelo decisor, através da seguinte pergunta:

Estando os pontos de vista fundamentais $PVFi$ e $PVFj$, ambos no nível neutro, seria mais atrativo passar para o nível bom no ponto de vista fundamental $PVFi$ ou no $PVFj$, mantendo um nível constante em todos os demais PVF 's?

A Figura 19 ilustra graficamente este questionamento para facilitar a sua interpretação. De acordo com a Figura 19, observa-se que esta pergunta é feita ao decisor com o objetivo de saber qual das duas hipóteses (representada pelas duas diagonais) lhe é mais atrativa.

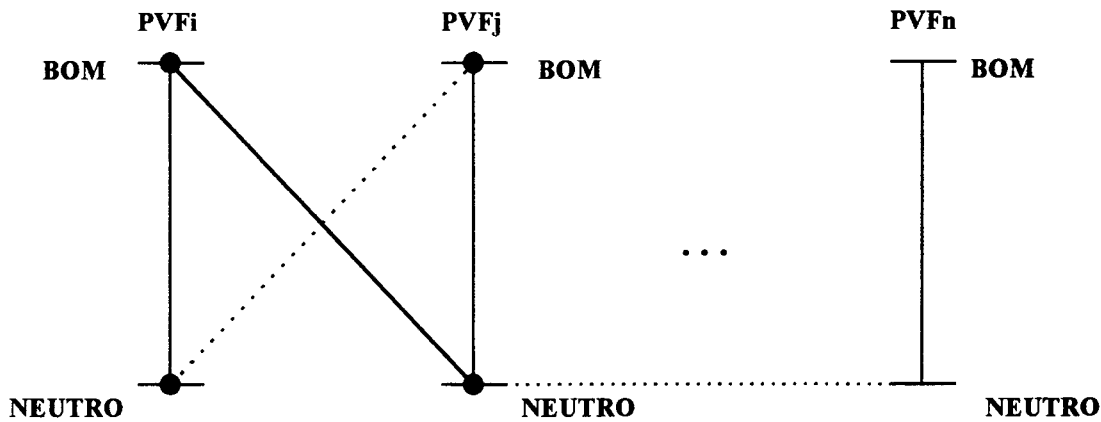


Figura 19. Escolha Entre (PVFi-Bom, PVFj-Neutro - Diagonal Contínua) versus (PVFi-Neutro, PVFj-Bom - Diagonal Pontilhada) e Demais PVF's Constantes no Nível Neutro Para Ordenação dos Pontos de Vista Fundamentais.

Este tipo de comparação foi feita com todos os pontos de vista fundamentais, de maneira que fosse possível preencher uma matriz de ordenação de pontos de vista, conforme Tabela 4 abaixo. Cada elemento $X_{i,j}$ da matriz vai assumir um valor 1, se e somente se, passar para o nível superior no PVFi for considerado mais atrativo que no PVFj. Caso contrário, o valor de $X_{i,j}$ é igual a zero.

	PVF ₁	PVF ₂	.	.	PVF _{n-1}	PVF _n
PVF ₁	—	$X_{1,2}$	.	.	$X_{1,n-1}$	$X_{1,n}$
PVF ₂	$X_{2,1}$	—	.	.	$X_{2,n-1}$	$X_{2,n}$
.	.	.	—	.	.	.
.	.	.	.	—	.	.
PVF _{n-1}	$X_{n-1,1}$	$X_{n-1,2}$	.	.	—	$X_{n-1,n}$
PVF _n	$X_{n,1}$	$X_{n,2}$	.	.	$X_{n,n-1}$	—

Tabela 4. Matriz de Ordenação dos Pontos de Vista Fundamentais.

Feito isso, torna-se possível ordenar todos os pontos de vista fundamentais em ordem decrescente de atratividade. Esta ordenação é feita somando-se o valor dos elementos $X_{i,j}$ em cada linha. Quanto maior o somatório da linha, mais atrativo é o ponto de vista.

A segunda etapa do processo inicia-se com a construção de uma matriz de juízos de valor, onde os pontos de vista fundamentais estarão ordenados em uma sequência decrescente de atratividade, ou seja, o ponto de vista fundamental considerado mais

importante na etapa anterior ficará, em linha, acima dos demais e em coluna, mais à esquerda. Para que não sejam perdidas informações a respeito do ponto de vista fundamental considerado mais importante, deve-se introduzir uma ação fictícia A0, que deve possuir nível neutro em todos os pontos de vista. A inclusão dessa ação se faz necessária para que o decisor possa avaliar a diferença de atratividade entre passar do nível neutro para o nível bom no ponto de vista fundamental menos importante sem perder informações relativas a este ponto de vista. A escala MACBETH ancora a pior ação em 0 e a melhor ação em 100, então não se estaria medindo o quanto de atratividade possui o ponto de vista fundamental que foi considerado menos importante. Suponha-se que se tenha determinado toda a matriz de juízos de valor e se fosse calcular a escala MACBETH para esses valores. A escala colocaria o valor zero para o último PVF e o valor cem para o primeiro PVF, portanto, quando se fosse normalizar esta escala, daria o valor zero para o PVF considerado menos importante. Sendo assim, não se estaria considerando este PVF. É justamente para evitar que isto aconteça, que se cria a ação fictícia A0, cujo perfil é o pior em todas as dimensões consideradas. Quando se chegar no PVF considerado menos importante, não se terá mais o valor zero. O zero ficará na ação A0. Este é o procedimento para a construção da matriz semântica na escala MACBETH. Trabalha-se em termos de ações. Estamos avaliando os PVF's em termos de ações. O que se estará comparando serão ações e não PVF.

A forma de questionamento que é feito ao decisor para se preencher a matriz de juízos de valor é a seguinte:

Uma vez que passar do nível neutro para o nível bom no PVFi foi considerado mais atrativo do que no PVFj, mantendo todos os demais constantes, esta diferença de atratividade é fraca, forte, ...?

A Figura 20 ilustra graficamente este questionamento para facilitar a sua interpretação.

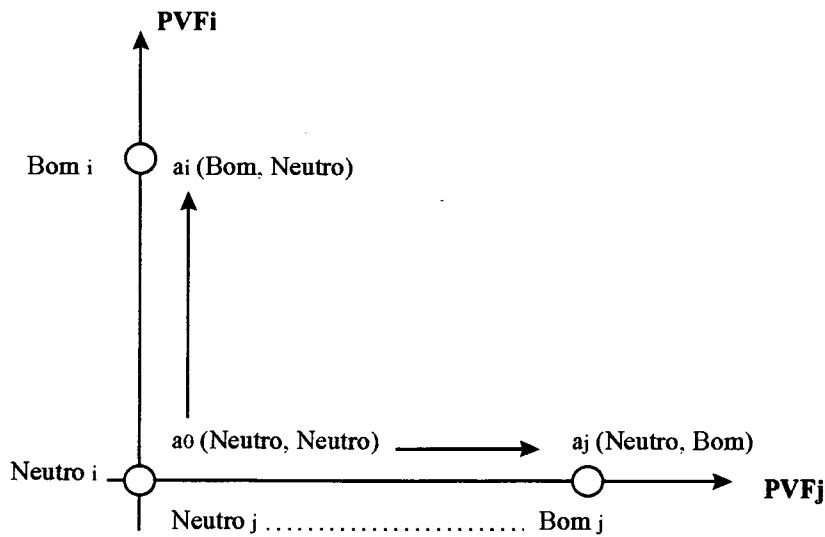


Figura 20. Questionamento MACBETH Para Comparar Duas Ações de Referência em Termos de Atratividade Global.

Supondo-se que a alternativa a_0 , que se encontra no nível neutro tanto para o $PVFi$ quanto para o $PVFj$ e mantendo todos os demais pontos de vista constantes e fora de análise neste momento, se existir a possibilidade de passar para o nível bom em um dos pontos de vista, mantendo o outro no nível neutro, ou seja, passar para a_i ($i = \text{bom}, j = \text{neutro}$) ou para a_j ($i = \text{neutro}, j = \text{bom}$), as duas etapas de questionamento perguntam:

- 1) Qual mudança é mais atrativa ($a_0 \rightarrow a_i$ ou $a_0 \rightarrow a_j$)?
- 2) A diferença de atratividade entre elas é fraca, forte, ...?

A matriz utilizada para a determinação das taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais tem a forma da Tabela 5 e o $PVFi$ é o ponto de vista fundamental onde passar do nível neutro para o nível bom foi considerado mais atrativo do que fazer esta mudança para o $PVFj$.

	$PVFi$	$PVFj$.	.	PVF_n	A_0
$PVFi$						
$PVFj$						
.						
.						
PVF_n						
A_0						

Tabela 5. Matriz de Juízos de Valor Para Ponderação dos Pontos de Vista Fundamentais.

A partir destes julgamentos, a metodologia MACBETH determina uma escala de valor cardinal que represente os julgamentos de valor do decisor, escala esta que será normalizada e fornecerá os valores das taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais, tornando possível o uso de um modelo de agregação aditivo. Esta normalização é obtida através do seguinte cálculo: divide-se o valor obtido na escala de valor cardinal (MACBETH) para cada ponto de vista fundamental pelo somatório dos valores obtidos na escala de valor cardinal para todos os pontos de vista fundamentais.

Embora este trabalho tenha utilizado a metodologia MACBETH para a determinação das taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais, serão apresentados a seguir dois outros métodos para determinação das taxas de substituição, também considerados bastante importantes: Trade-Off Procedure e Swing-Weights.

3.3.2 Método Trade-Off Procedure para Determinação das Taxas de Substituição

Trade-off Procedure (Keeney e Raiffa, 1976: 56) é o método de determinação de taxas de substituição com embasamento teórico robusto. É um procedimento de negociação ou troca. A idéia-chave do procedimento, representada na Figura 21 abaixo, consiste em comparar duas alternativas, descritas em dois pontos de vista fundamentais, mantendo-as indiferente nos demais PVF's. Os níveis de impacto precisam ser bom e neutro para serem comparáveis.

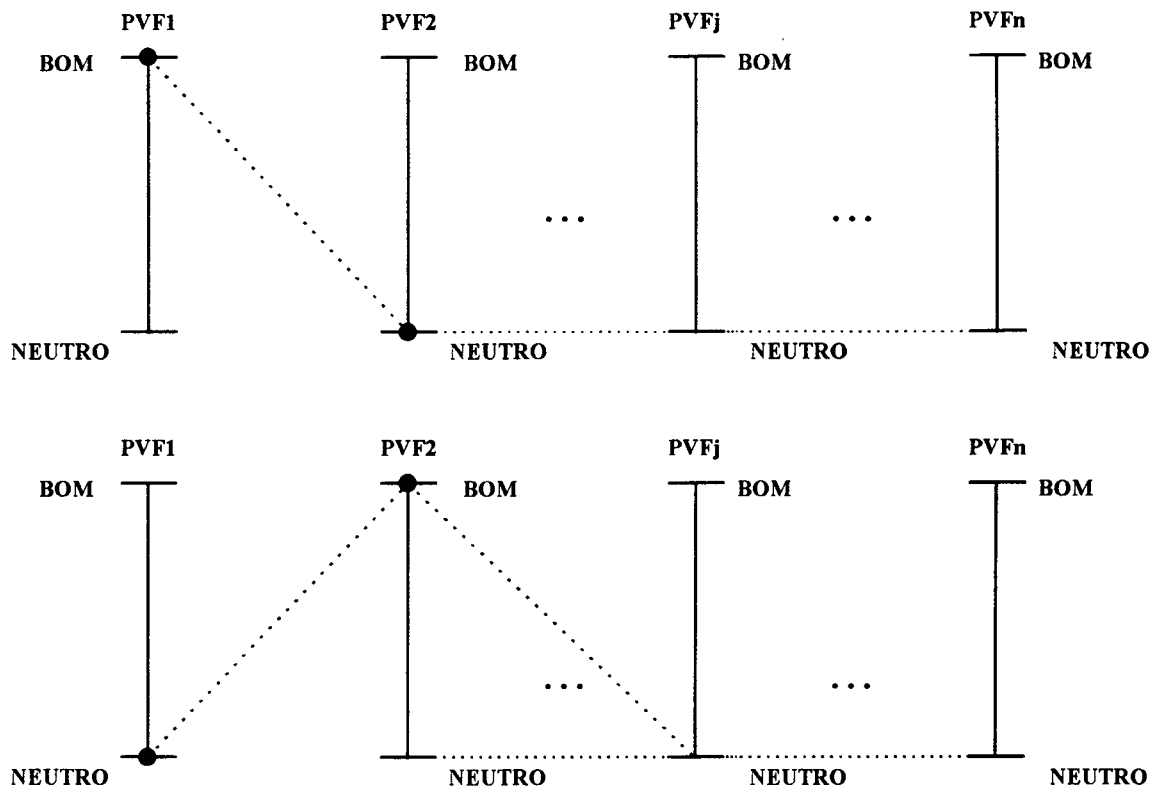


Figura 21. Idéia-Chave do Método Trade-Off Procedure para Determinação das Taxas de Substituição.

Uma alternativa possui nível de impacto bom no primeiro PVF e neutro no segundo, enquanto que a outra alternativa possui nível neutro no primeiro PVF e bom no segundo. Escolhendo qual a alternativa preferida entre as duas o decisor decide qual ponto de vista fundamental é o “mais importante”, representado na Figura 22 abaixo.

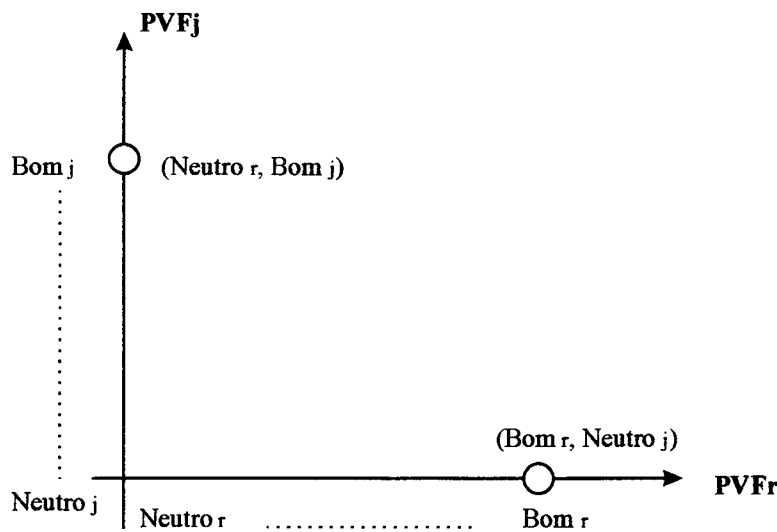


Figura 22. Escolha da Alternativa Preferida no Método Trade-Off Procedure para Determinação das Taxas de Substituição.

Qual PVF é mais importante? O PVFr ou PVFj? É o PVFr. O quanto ele trocaria do PVFj pelo PVFr? O PVFr é mais importante que o PVFj. Então o quanto ele trocaria a ação correspondente ao impacto bom no PVF da alternativa menos atrativa, e neutra em todos os demais, pela alternativa de ter neutra em todos os demais e bom na alternativa melhor.

O método consiste em perguntar ao decisor: quanto, percentualmente, do PVFj o senhor trocaria para o PVFr? Quanto trocaria para passar do nível (pior "r", melhor "j") para o nível (pior "j", algum nível r)? Esse ponto será gr (ind j).

O passo crítico é ajustar um nível de impacto de maneira que as duas alternativas sejam indiferentes. Isto é feito, tipicamente, piorando-se gradualmente o melhor impacto da alternativa de referência, que está representado na Figura 23 abaixo. Quando ficar indiferente, pode-se expressar um PVF em relação ao outro.

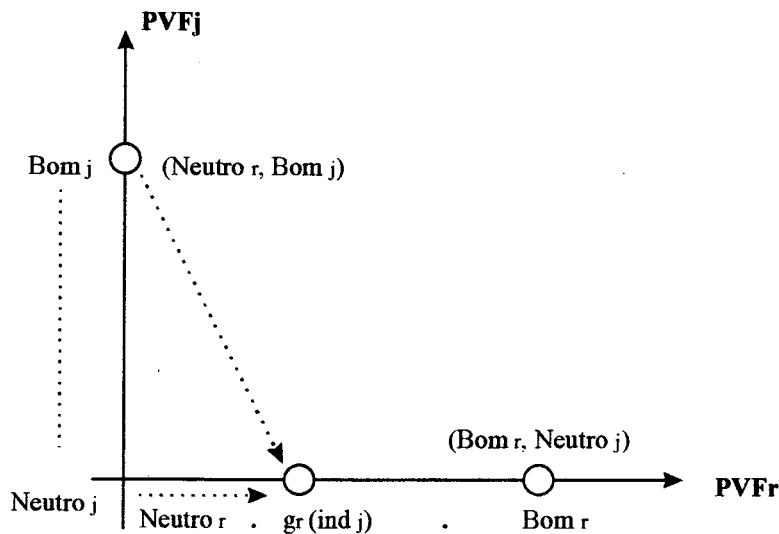


Figura 23. Passo Crítico do Método Trade-Off Procedure para Determinação das Taxas de Substituição.

Se as funções de valor (ou utilidade) locais são conhecidas, podem-se obter valores numéricos para as taxas de substituição.

PVFr - ponto de vista fundamental de referência.

PVFj - outro PVF qualquer (j diferente de r)

(pior r, melhor j,...) ~ (gr(indj), pior j,...)

$V(\text{pior } r, \text{melhor } j, \dots) = V(\text{gr}(\text{ind}_j), \text{pior } j, \dots)$

$k_r.v_r(\text{pior } r) + k_j.v_j(\text{pior } j) + \dots = k_r.v_r(\text{gr}(\text{ind}_j)) + k_j.v_j(\text{pior } j) + \dots$

$k_j.0 + k_j.1 = k_r.v_r(\text{gr}(\text{ind}_j)) + k_j.0$

$k_j = k_r.v_r(\text{gr}(\text{ind}_j))$

3.3.3 Método Swing Weights para Determinação das Taxas de Substituição

O método Swing Weights é utilizado por von Winterfeldt e o seu procedimento inicia-se a partir de uma alternativa com o pior impacto possível (um nível de impacto neutro) em todos os pontos de vista fundamentais. Oferece-se ao decisor, então, a oportunidade de passar para o melhor nível de impacto em um dos pontos de vista.

Sempre se deve trabalhar com os níveis neutro e bom. Todos esse procedimentos só fazem sentido se se puderem comparar alternativas de ação, onde as dimensões estejam ancoradas em níveis de igual atratividade ou rejeição: atratividade para o nível superior e rejeição para o nível inferior, caso contrário, esse tipo de abordagem não faz sentido. Quando se compararem duas ações ou dois PVF, não se pode dizer o quanto um é melhor do que o outro, porque se estará trabalhando com escalas de razão e estas escalas só fazem sentido se o "0" for a ausência de medida. É necessário que se tenha muito cuidado com relação à pergunta que se irá fazer ao decisor, pois se estará trabalhando com diferenças de atratividade. Nunca se poderá perguntar o quanto um é maior do que o outro (níveis, PVF's ou ações), pois eles não existem como escalas absolutas e, sim, como escalas relativas. Se a diferença de atratividade entre os níveis bom e neutro de dois pontos de vista fundamentais for a mesma, significa que eles são indiferentes.

Então, pergunta-se ao decisor qual mudança <<swing>> provoca uma melhoria mais acentuada na atratividade global da alternativa, representada na Figura 24 abaixo. Atribuem-se 100 pontos ao PVF com a mudança considerada mais atrativa. O procedimento é repetido e a alternativa considerada mais atrativa é retirada para que outra possa ser identificada. E assim, através deste procedimento, consegue-se identificar a ordem hierárquica das alternativas.

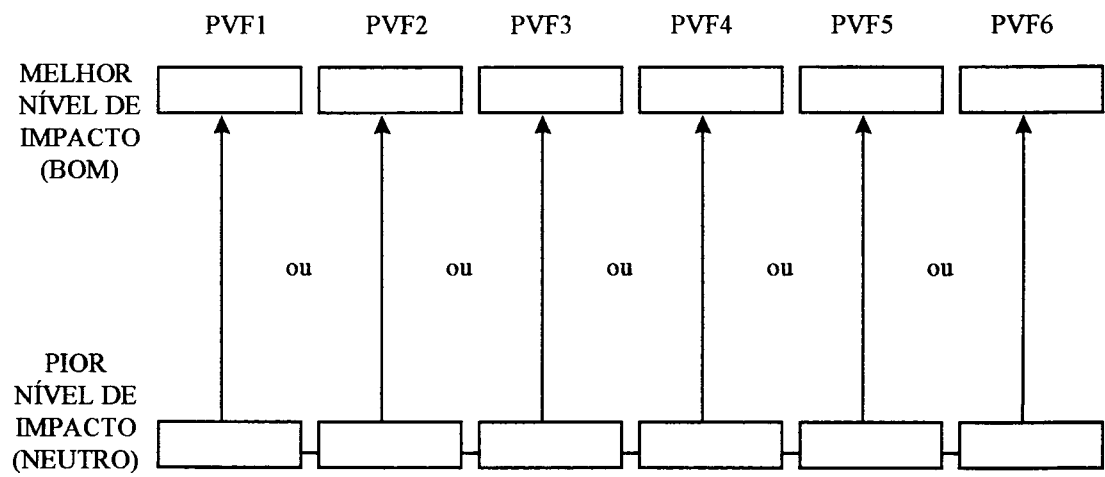


Figura 24. Mudança de Atratividade Global no Método Swing Weights para Determinação das Taxas de Substituição.

As magnitudes de todos os outros saltos <<swings>> são medidas em percentagem do maior salto. Os resultados percentuais são as taxas de substituição “brutas”. Estes valores devem ser reescalados de maneira a se obterem valores entre 0 e 1. A seguir, dar-se-á um exemplo ilustrativo para melhor entendimento do método (Goodwin & Wright, 1991).

Uma pequena empresa de fotocópias deve mudar suas instalações. O dono do negócio está considerando sete novas localizações segundo os seguintes critérios - pontos de vista fundamentais - (já apresentados em ordem decrescente de importância):

- 1. Proximidades dos consumidores
- 2. Visibilidade
- 3. Imagem
- 4. Tamanho
- 5. Conforto
- 6. Facilidades de estacionamento

Desta forma, podem-se associar 100 pontos à passagem do pior para o melhor nível de impacto em “Proximidades dos consumidores”. Após uma cautelosa reflexão, o decisor decidiu que os demais critérios valiam:

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| 2. Visibilidade | 80 pontos |
| 3. Imagem | 70 pontos |
| 4. Tamanho | 30 pontos |
| 5. Conforto | 20 pontos |
| 6. Facilidades de estacionamento | 10 pontos |

A Figura 25 abaixo mostra graficamente o processo de determinação das taxas de substituição.

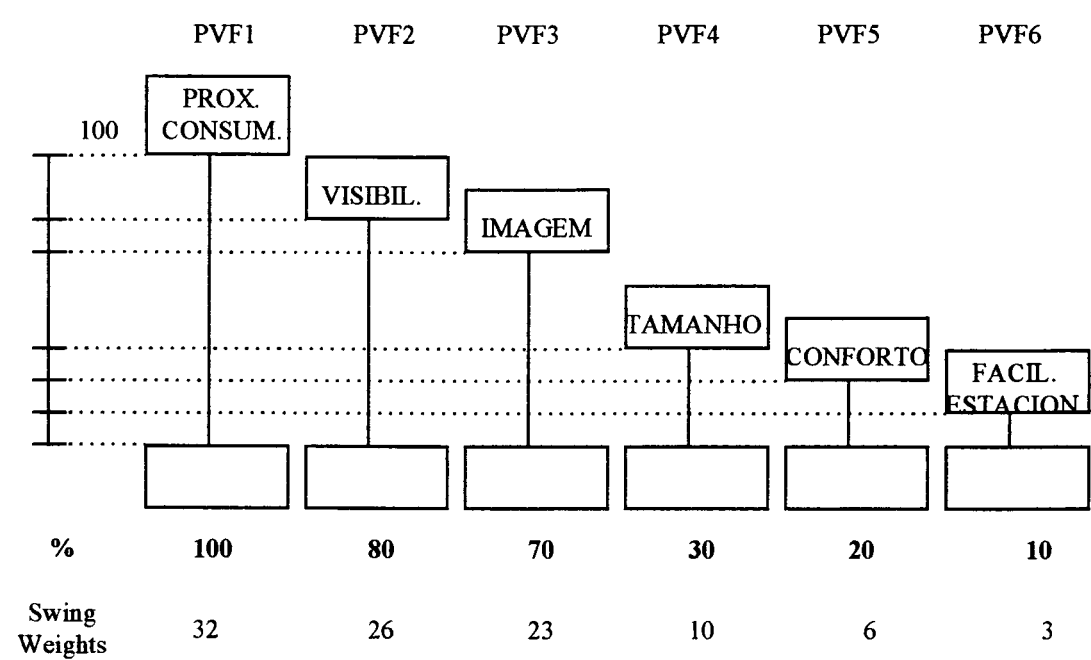


Figura 25. Exemplo do Método Swing Weights para Determinação das Taxas de Substituição.

O método Swing Weights para determinação das taxas de substituição é um procedimento pouco utilizado.

3.4 Determinação do Perfil de Impacto das Ações Potenciais

Uma última atividade ainda deve ser realizada para que seja possível avaliarem-se globalmente as ações. Esta atividade consiste na definição dos impactos das ações potenciais nos pontos de vista fundamentais e, para isto, precisa-se de indicadores de impacto.

Bana e Costa (1992) apud Corrêa (1996:119) define um indicador de impacto para o PVF j , denotado por I_j , como sendo o procedimento operacional que permite associar a cada ação potencial $a \in A$ um subconjunto de níveis de impacto do descritor N_j , não-vazio e o mais restrito possível, que represente da melhor maneira possível o impacto real de cada ação caso elas sejam colocadas em execução. Este subconjunto de níveis de impacto será denotado pela função $I_j(a)$ e é chamado de impacto da ação a no PVF j .

Um indicador de impacto I_j de um ponto de vista fundamental j pode ser pontual, caso o impacto da ação a segundo j , $I_j(a)$, seja constituído somente de um nível de impacto

do descritor N_j ou não-pontual, caso contrário. No caso de indicadores de impacto pontuais, não existe indeterminação do decisor na definição do nível de impacto que melhor representa uma determinada ação, portanto, diz-se que este é um indicador de impacto determinístico. Os indicadores de impacto não-pontuais ocorrem quando não existe uma certeza do decisor na determinação do nível de impacto que melhor descreve o impacto de uma determinada ação.

A projeção de uma ação a sobre o descritor N_j de um PVF $_j$, que permite a avaliação das ações através da operacionalização dos pontos de vista fundamentais, é cercada por múltiplos fenômenos de indeterminação, imprecisão, ambigüidade e insuficiência de informações, fazendo com que os indicadores de impacto, pontuais ou não-pontuais, não sejam suficientes para fornecer toda a informação necessária ao processo de apoio à decisão, no que diz respeito ao ponto de vista fundamental em questão. Então, para modelar as imprecisões, incertezas e indeterminações, surge a necessidade da utilização de indicadores de dispersão, que vão servir para medir a variação dos diferentes impactos das ações potenciais sobre os pontos de vista fundamentais (Ver em Corrêa, 1996: 124).

Como já foi determinado o perfil de impacto para cada ação, representado por $\{I_1(a), I_2(a), \dots, I_j(a), \dots, I_n(a)\}$ e já foram construídas escalas de preferências locais associadas a cada um dos pontos de vista fundamentais, inclusive com a determinação de escalas de valor cardinais associando um valor numérico a cada nível de impacto de todos os descritores, pode-se diretamente obter as avaliações parciais da ação a , associando a cada impacto $I_j(a)$ o respectivo valor numérico do nível de impacto correspondente no descritor N_j . A Tabela 6 mostra uma maneira de como pode ser apresentada a avaliação parcial da ação a , na forma de uma matriz, onde $I_1(a)$ é o nível do descritor onde esta ação impacta e $v(I_1(a))$ é o valor que este nível de impacto obteve quando da construção da escala de valor cardinal, através da metodologia MACBETH (Corrêa, 1996: 131).

	Ação <i>a</i>	Ação <i>b</i>	...	Ação <i>m</i>
PVF1	$I_1(a)$ $v(I_1(a))$	$I_1(b)$ $v(I_1(b))$		$I_1(m)$ $v(I_1(m))$
PVF2	$I_2(a)$ $v(I_2(a))$	.		.
.				
.				
.				
PVF _n	$I_n(a)$ $v(I_n(a))$	$I_n(b)$ $v(I_n(b))$		$I_n(m)$ $v(I_n(m))$

Tabela 6. Avaliação Parcial das Ações Potenciais.

O processo de apoio à decisão evolui para a avaliação global das alternativas, que será obtida através de um modelo de agregação aditiva, onde serão utilizadas as taxas de substituição. É importante ressaltar que é indispensável que se faça exaustiva uma análise de sensibilidade sobre os resultados obtidos, pois o modelo foi construído com base nos julgamentos subjetivos dos atores intervenientes no processo.

CAPÍTULO QUATRO

4. Aplicação Prática

Foi mostrada nos capítulos anteriores a fundamentação teórica das etapas que constituem um modelo multicritério de apoio à decisão. Neste capítulo, será mostrada a aplicação prática deste modelo cumprindo, assim, o objetivo do trabalho em questão, que é a busca do Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas. Será dividido em duas etapas: estruturação e avaliação. A etapa de estruturação será subdividida em definição do problema, mapas cognitivos, árvore de pontos de vista e construção de descritores. A etapa da avaliação será subdividida em construção das matrizes de juízos de valor e escalas de valor cardinais dos pontos de vista, determinação das taxas de substituição, determinação do perfil de impacto das alternativas e análise dos resultados.

4.1 Estruturação

Esta seção apresenta a fase de estruturação do problema dentro da visão do modelo multicritério de apoio ao processo decisório e inicia-se com a construção do mapa cognitivo, seguido da árvore de pontos de vista e da construção dos descritores para os pontos de vista.

4.1.1 Definição do Problema

A preservação do meio-ambiente é hoje uma preocupação mundial e de final de século. Existem muitos problemas e muitas alternativas para solucioná-los. Dentre estes problemas insere-se a destinação final do lixo que, atualmente, também é uma preocupação global.

No estado do Rio Grande do Sul, variam muito pouco as formas de Destino Final de Resíduos Sólidos, de município para município. O máximo que alguns municípios fazem é o espalhamento, quando já vai acontecendo alguma compactação, e uma cobertura de terra,

em períodos variáveis. Aliado a este aspecto operacional, há o fato de que os locais escolhidos são, via de regra, inadequados sob o aspecto ambiental. Pode-se dizer que, em praticamente todos os casos, acontece poluição hídrica ou risco de poluição.

Nos países desenvolvidos, a conscientização do problema permite que os governantes façam grandes investimentos, aplicando somas vultosas na busca de soluções para estes problemas. Porém, países subdesenvolvidos não encontram a necessária conscientização de seus representantes, que lhes permita enfrentar o ônus econômico no combate aos problemas de saúde pública, principalmente no que diz respeito aos Resíduos Sólidos.

Utilizando a criatividade e resolvendo apenas parcialmente seus problemas, a maioria das cidades brasileiras estão, constantemente, próximas a situações críticas, principalmente no que tange ao assunto “Lixo-Destino Final”. Os responsáveis pela administração pública sabem que as soluções para os problemas nesta área têm caráter paliativo e estão convictos de que apenas se ganhou algum tempo. Rapidamente, a situação se mostrará próxima de seu ponto mais dramático, havendo necessidade de se buscarem novas áreas, cada vez mais distantes, maiores e em piores localidades.

Segundo o decisor deste trabalho, Sr. Édson Plá Monterroso, a cidade de Pelotas, no Rio Grande do Sul, não foge a esta regra. Os moradores da zona urbana de Pelotas produzem, diariamente, 200 toneladas de resíduos que não são reaproveitados, sem que haja um local adequado para depositá-los, que não coloque em risco a saúde da comunidade e do próprio ambiente, e a coleta de lixo na cidade é feita de forma tradicional, ou seja, o lixo orgânico é coletado junto com o lixo inorgânico.

Conforme o Sr. Édson Plá Monterroso, o atual “lixão”, localizado em zona urbana, é contrário à legislação ambiental, conforme documento da Comissão Multidisciplinar do Lixo, criada em 1992, que denuncia: “o local onde atualmente é depositado o lixo domiciliar e hospitalar está próximo ao canal Santa Bárbara e à barragem de mesmo nome, se concretizando num perigo em potencial para os moradores próximos, bem como parte do abastecimento de água da cidade”.

Para agravar esta situação, com o passar do tempo e com o crescimento da população, a produção diária de lixo aumenta significativamente, tornando assim cada vez mais complexo e difícil encontrar soluções definitivas para a destinação final dos resíduos sólidos.

Dentro deste contexto é que o trabalho começou a ser desenvolvido, juntamente com um profissional especializado na área, Sr. Édson Plá Monterroso, Engenheiro Agrônomo e chefe da Divisão de Destinação Final do Lixo do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) que atuou como decisor.

Iniciou-se a construção de um modelo multicritério para sugerir possíveis alternativas para solucionar este problema. O problema foi definido, em um primeiro momento, como: “Determinação de Alternativas para a Destinação Final do Lixo da Cidade de Pelotas”. Porém, no decorrer do processo, através de conversas informais com o decisor, constatou-se que a preocupação mais emergente era com o lixo doméstico da cidade, com o custo para fazer melhorias no sistema, como a coleta do lixo por exemplo, com o meio-ambiente e com a saúde da população. Com base neste novo enfoque, facilitadora (a autora desta pesquisa) e decisor redefiniram o rótulo do problema, que passou a ser: “Avaliação e Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Processamento do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas”.

4.1.2 Mapas Cognitivos

O trabalho foi realizado através de reuniões da facilitadora com o decisor e através de trabalhos individuais da facilitadora entre cada uma destas reuniões, os quais serviram para analisar os resultados de cada reunião e para propor recomendações para o próximo encontro, garantindo, assim, o andamento do processo. Os trabalhos iniciaram-se por um processo de estruturação do problema. As primeiras reuniões foram feitas com este objetivo, utilizando-se a ferramenta dos mapas cognitivos de forma a se obterem todas as informações que o decisor julgava relevantes sobre o problema, sendo que, ao final, foi proposta uma árvore de pontos de vista.

Para iniciar a construção dos mapas cognitivos foi feita, através de um “brainstorming” com o decisor, uma lista dos elementos primários de avaliação, a partir dos quais foi possível construir o mapa cognitivo do decisor, através de um esquema de perguntas e respostas. A construção do mapa foi auxiliada pelo software Decision Explorer (1995).

LISTA DOS ELEMENTOS PRIMÁRIOS DE AVALIAÇÃO:

- disposição adequada de resíduos;

- área próxima (coleta);
- veículos apropriados;
- carga e descarga;
- educar a população;
- área adequada (descarga);
- reduzir volume de resíduos;
- evitar contaminações e doenças;
- distância mínima de casas;
- recursos financeiros;
- equipamentos;
- pessoal técnico especializado;
- caracterização de resíduos;
- destino correto;
- cidade limpa;
- reciclagem e compostagem de lixo.

Assim, na Figura 26, a partir do EPA “disposição adequada de resíduos” foi construído um conceito do ator “dispor resíduos de forma adequada ... não dispor”. A facilitadora então perguntou “por que é importante dispor os resíduos de forma adequada?” E a resposta do ator foi que “é importante dispor os resíduos de forma adequada para aumentar a vida útil da área escolhida”. O esquema de perguntas e respostas permitiu chegar-se ao objetivo estratégico do decisor: coletar e processar o lixo doméstico, minimizando custos e maximizando benefícios.

O trabalho de construção dos mapas cognitivos realmente se mostrou muito interessante e proveitoso. A técnica foi considerada bastante atrativa e motivante pelo decisor, devido principalmente a sua forma gráfica de apresentar o problema, o que fez com que o mapa se tornasse um instrumento de comunicação entre a facilitadora e o decisor.

Tomando-se como ponto de partida os EPAs, a construção do mapa foi realizada totalizando setenta e nove conceitos, relacionados entre si. O único conceito cabeça do mapa foi “coletar e processar o lixo doméstico, minimizando custos e maximizando benefícios ... coletar e processar, maximizando custos e minimizando benefícios” e constituía-se em um objetivo estratégico do ator. Os EPAs constituíram-se em conceitos

rabos no mapa, denotando que eram meios para que se conseguisse fazer a avaliação e o aperfeiçoamento da coleta e processamento do lixo doméstico de Pelotas, minimizando custos e maximizando benefícios.

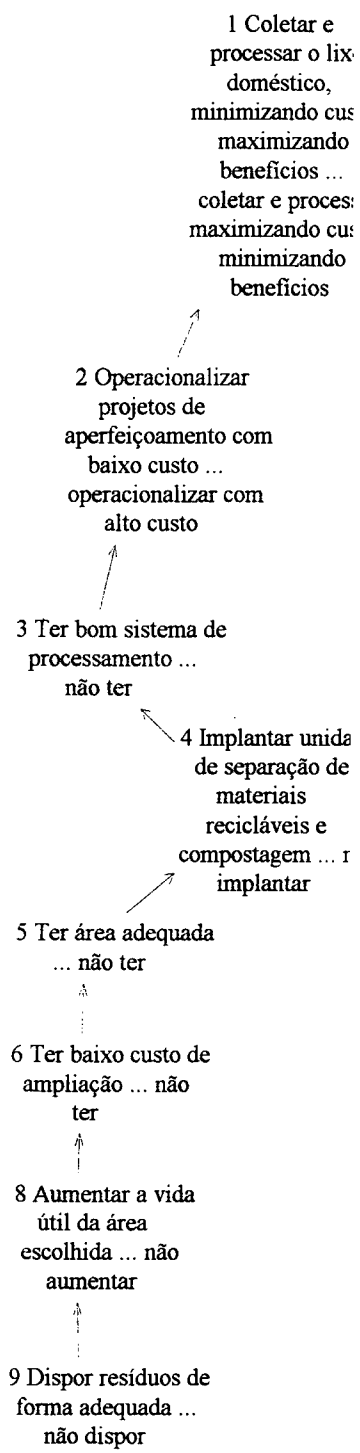


Figura 26. Construção do Mapa a partir do EPA.

A Figura 27 abaixo mostra o conceito central do mapa, conceito este que serviu de objetivo maior dentro do contexto analisado, conforme o enfoque e a preocupação do decisor. Também na Figura 27, encontram-se os conceitos que se relacionam diretamente com o objetivo maior do decisor. Assim, prever o custo de implantação de projetos de aperfeiçoamento ao invés de não prever é importante para verificar a viabilidade de projetos a baixos custos, para coleta e processamento do lixo doméstico. Da mesma forma, para a operacionalização de projetos de aperfeiçoamento para coletar e processar o lixo doméstico com baixos custos ao invés de operacionalizar com custos elevados. Assim, geração de renda, preservação da saúde pública e impacto social também são fatores importantes para “coletar e processar o lixo doméstico de Pelotas, minimizando custos e maximizando benefícios”.

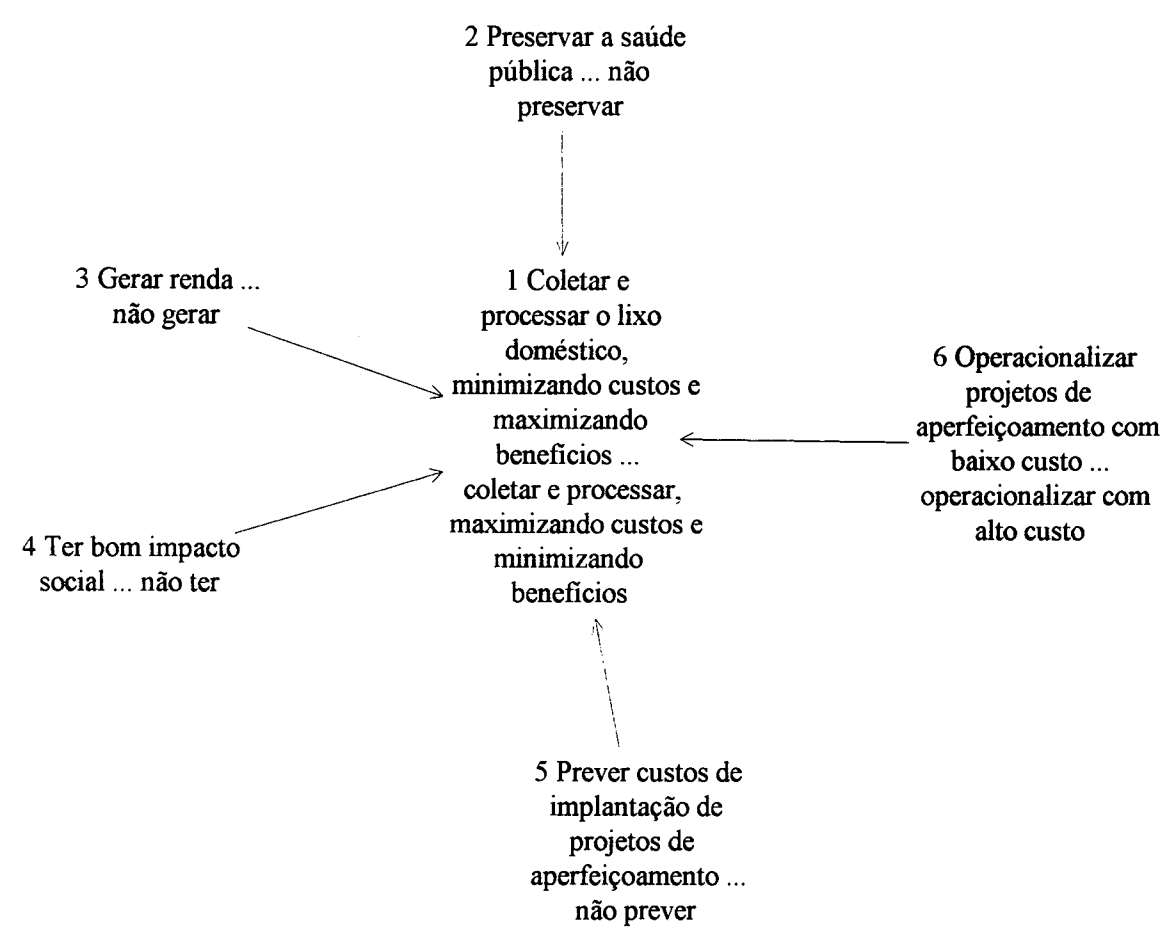


Figura 27. Conceitos que Influenciam Diretamente o Objetivo Estratégico

Evidentemente, cada um desses conceitos encabeça uma longa linha de raciocínio, havendo, inclusive, interligações entre eles em níveis mais baixos do mapa. As próximas figuras mostram sub-mapas, cada uma delas apresentando clusters relacionados com os

conceitos acima. É importante ressaltar que os sub-mapas mostrados a seguir são partes de um mesmo mapa e, portanto, não devem ser interpretados como elementos estanques.

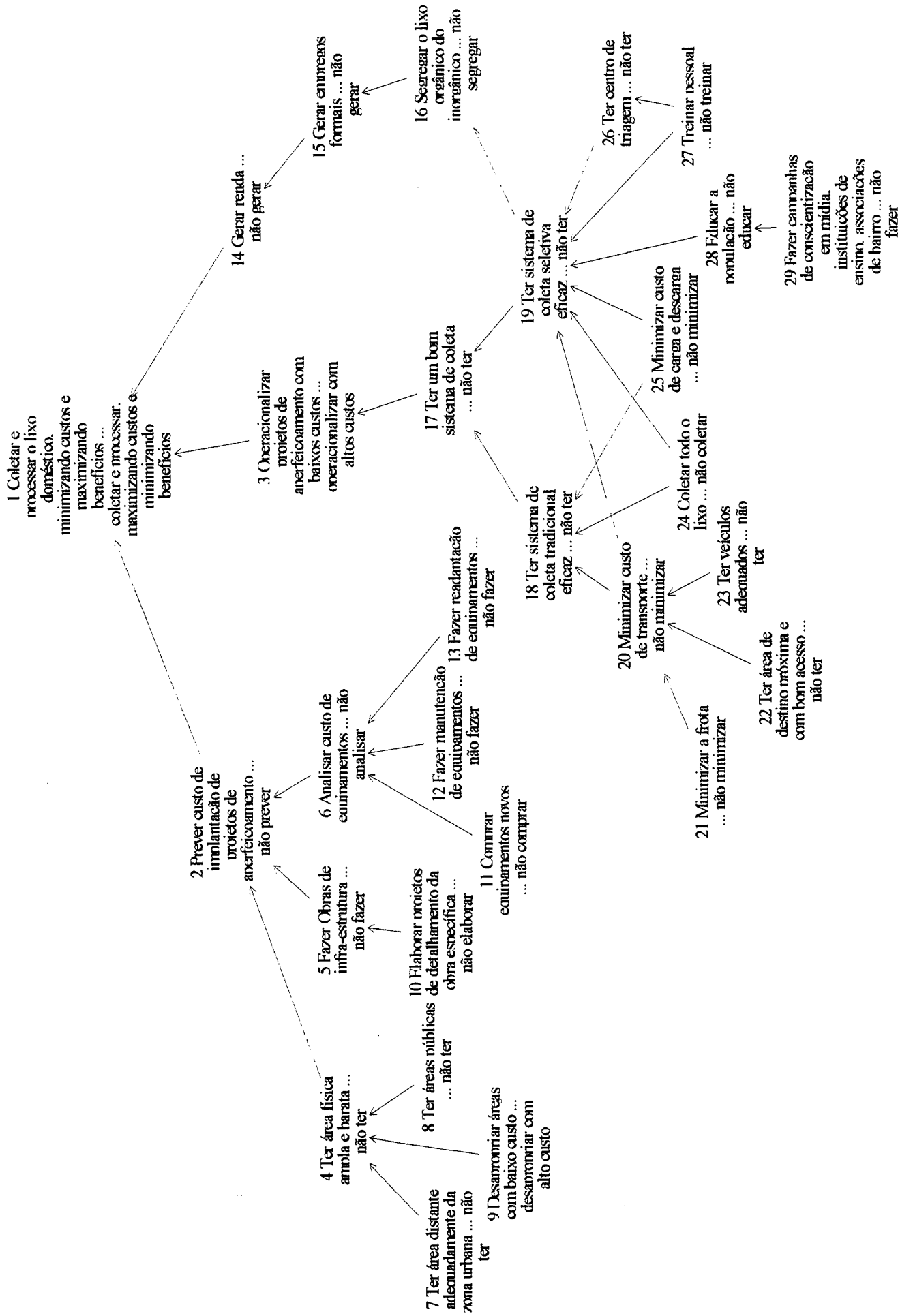


Figura 28. Cluster Relacionado a Implantação, Operacionalização (com ênfase no conceito Sistema de Coleta) e Geração de Renda

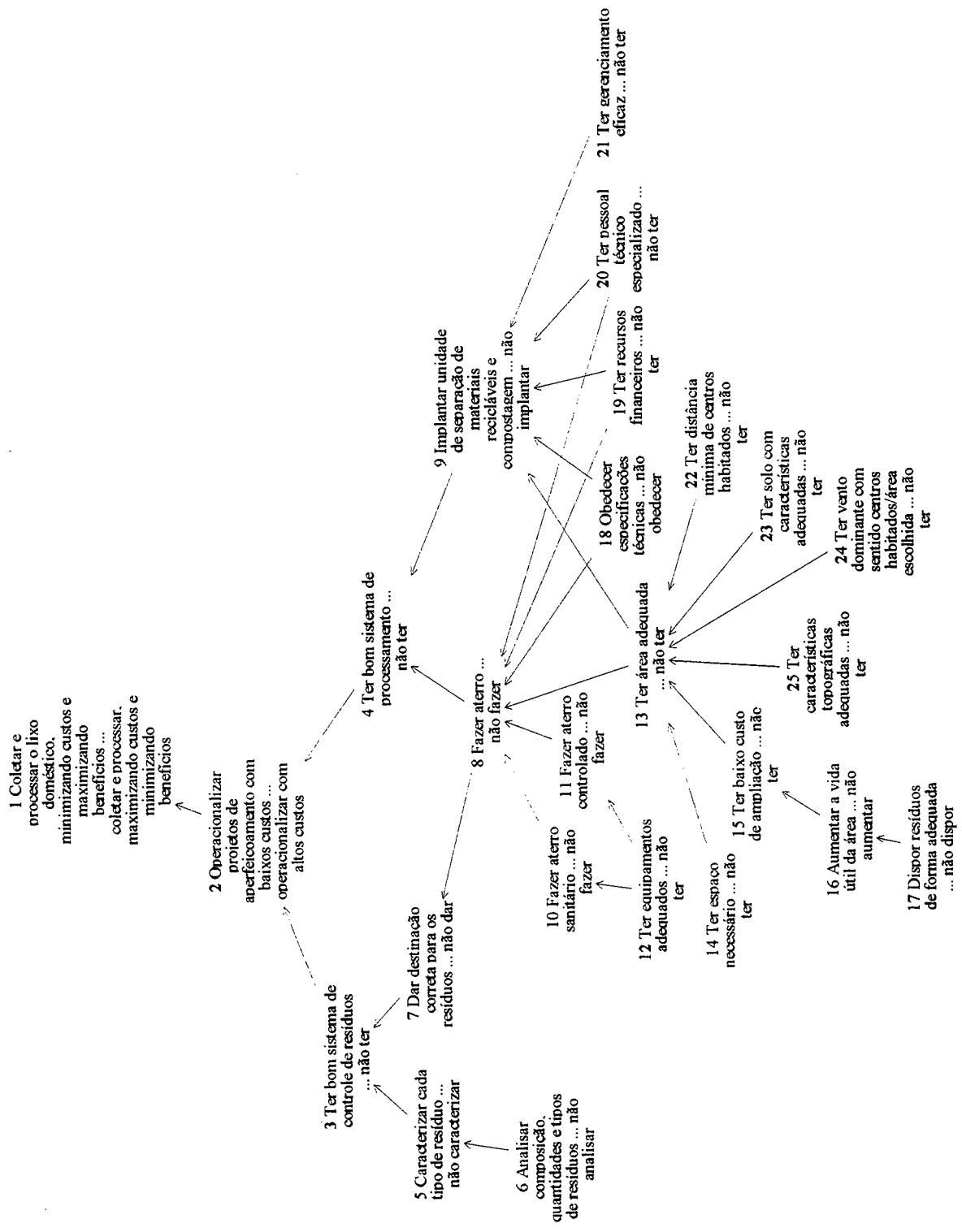


Figura 29. Cluster Relacionado a Operacionalização, com ênfase nos conceitos Controle de Resíduos e Sistema de Processamento

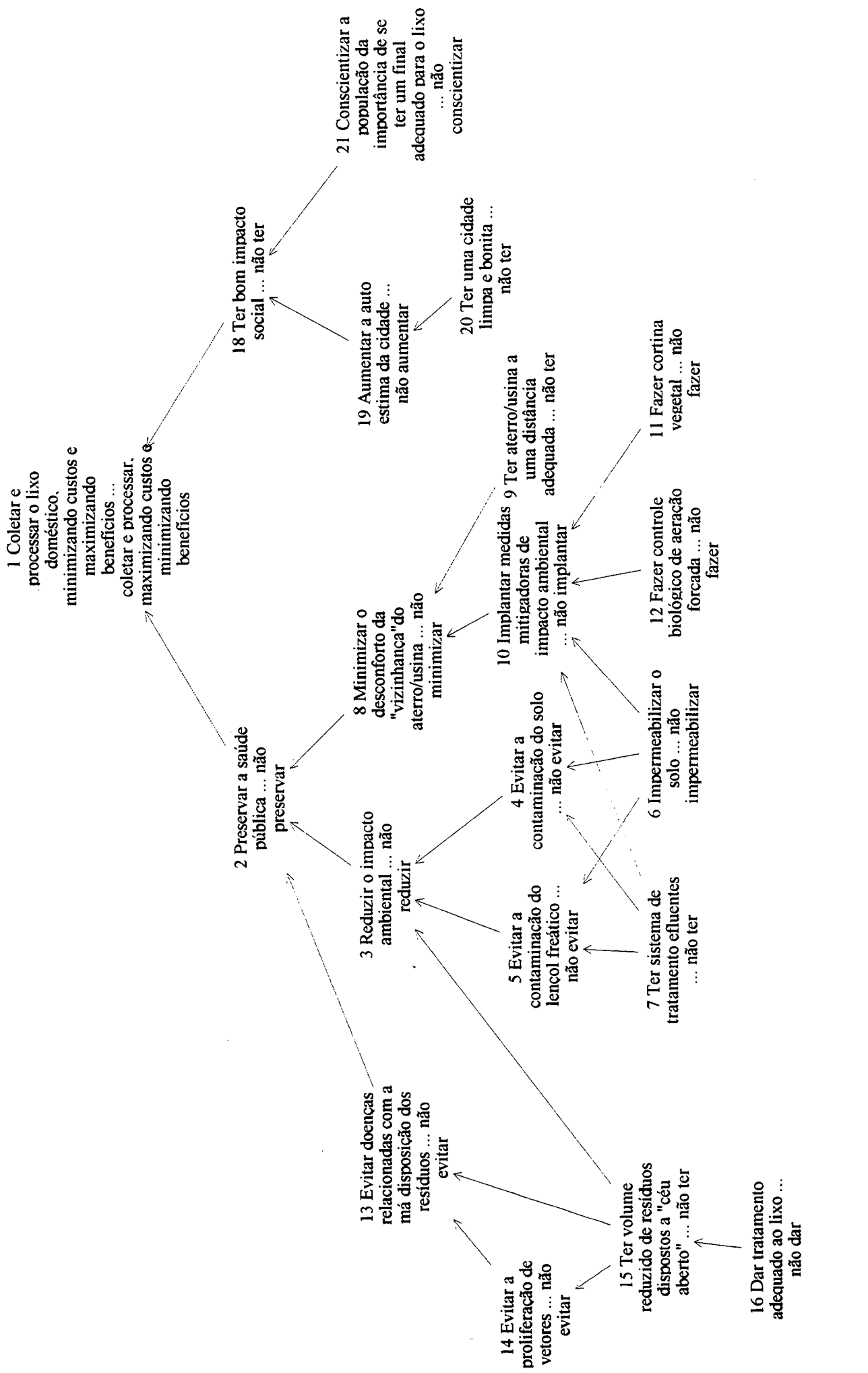


Figura 30. Cluster Relacionado a Preservação da Saúde Pública e Impacto Social

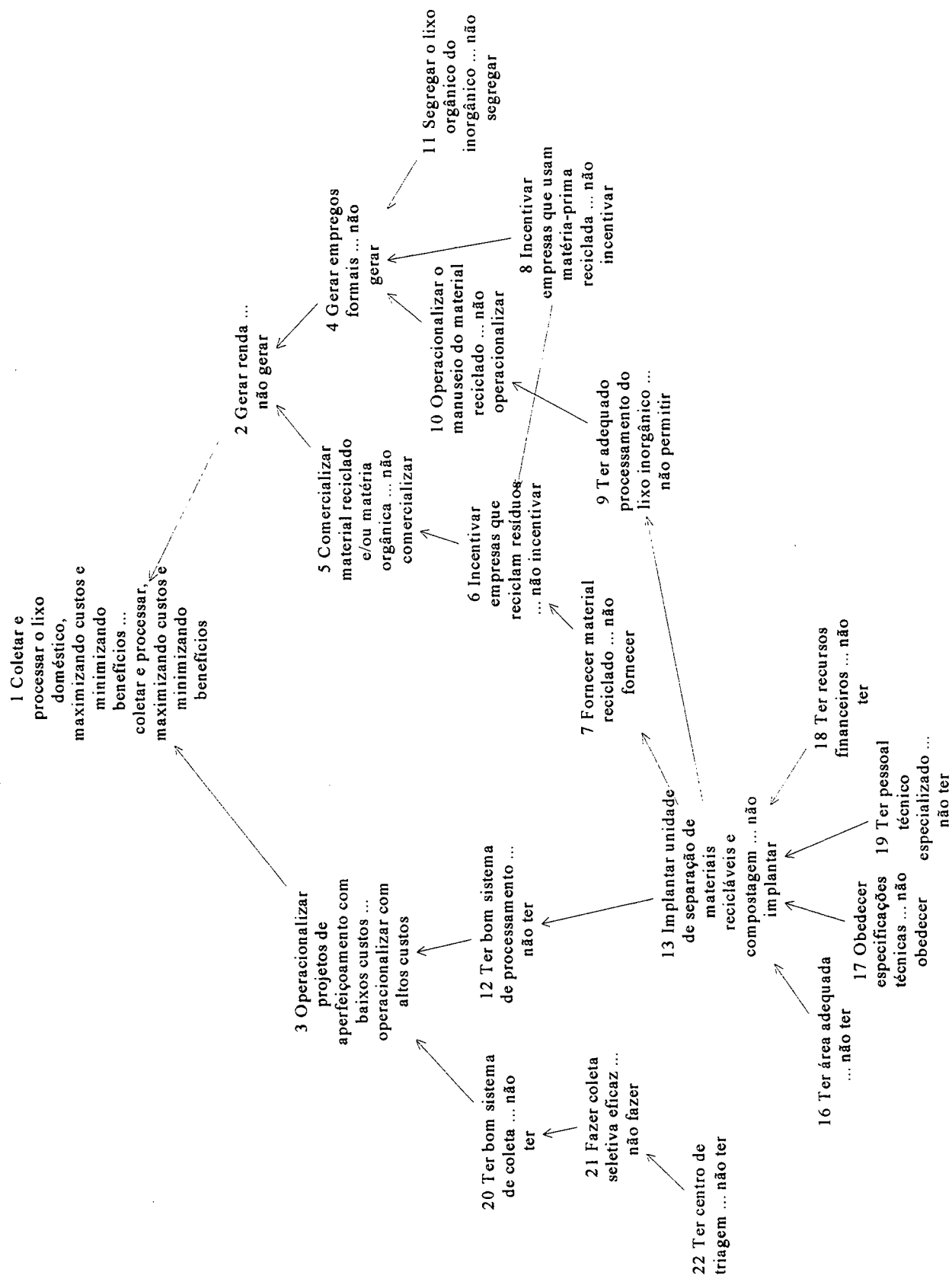


Figura 31. Cluster Relacionado com Geração de Renda e Operacionalização

Construído desta forma, o mapa cognitivo atuou como uma ferramenta extremamente útil para o processo de estruturação do problema, possibilitando a geração de uma quantidade muito grande de informações e propiciando uma compreensão acentuada da situação problemática em questão. A forma gráfica de apresentar as informações foi uma característica positiva do processo, uma vez que facilitou a interpretação por parte dos atores e fez com que o processo de construção do mapa cognitivo fosse um trabalho bastante agradável de ser realizado. A partir do mapa construído com o decisor, a facilitadora propôs uma árvore de pontos de vista. Porém, antes da construção da árvore de pontos de vista, foi feita a transição do mapa cognitivo para o mapa estruturado. O mapa estruturado é um mapa cognitivo mais “organizado”, onde os conceitos se dispõem de forma mais hierarquizada. Esta transição foi feita da seguinte maneira: quando havia algum conceito dentro de uma área que possuía uma forte ligação de influência com algum conceito de outra área, foram acrescentados conceitos intermediários para enfraquecer estas ligações, de modo que estas pudessem ser desfeitas. Analisando o conteúdo do conceito intermediário, decidia-se, então, qual a área que seria mais adequada colocá-lo. Esta análise foi feita junto com o decisor, que reconheceu o fato de que, sem os conceitos intermediários, se davam grandes “saltos” e muitas informações perdiam-se neste espaço.

Na Figura 28, o conceito 16 - “Segregar o lixo orgânico...” é um exemplo de conceito intermediário, que foi acrescentado com o intuito de enfraquecer a ligação de influência que existia entre o conceito 19 - “Ter sistema de coleta seletiva...” e o conceito 15 - “Gerar empregos formais...”. Na transição do mapa cognitivo para o mapa estruturado, em que as ligações mais fracas são cortadas com o objetivo de organizar o mapa, ficando os conceitos que possuem e transmitem a mesma idéia na mesma área de interesse, decidiu-se que seria mais conveniente que o conceito intermediário que foi acrescentado ficasse na área de interesse “Gerar Renda...”. Da mesma forma, na Figura 31, o conceito 7 - “Fornecer material reciclado...”, foi o conceito intermediário acrescentado para enfraquecer a ligação de influência entre o conceito 13 - “Implantar unidade de separação...” e o conceito 6 - “Incentivar empresas...”. O conceito intermediário ficou na área de interesse “Gerar renda...”. Também na Figura 31, entre o conceito 13 - “Implantar unidade de separação...” e o conceito 4 - “Gerar empregos formais...”, foram acrescentados dois conceitos intermediários: “Ter adequado processamento...” e “Operacionalizar o manuseio...”. Os dois conceitos intermediários ficaram na área de interesse “Gerar renda...”.

O mapa estruturado é uma ferramenta que serve para auxiliar a difícil transição do mapa cognitivo para a árvore de pontos de vista. No mapa estruturado, ficam ligadas diretamente ao objetivo estratégico do decisor, as áreas de interesse e, diretamente ligados a elas, ficam os seus respectivos conceitos, dentre os quais estão os prováveis candidatos a pontos de vista fundamentais. Não existem ligações entre conceitos de áreas de interesse diferentes e nem entre as próprias áreas.

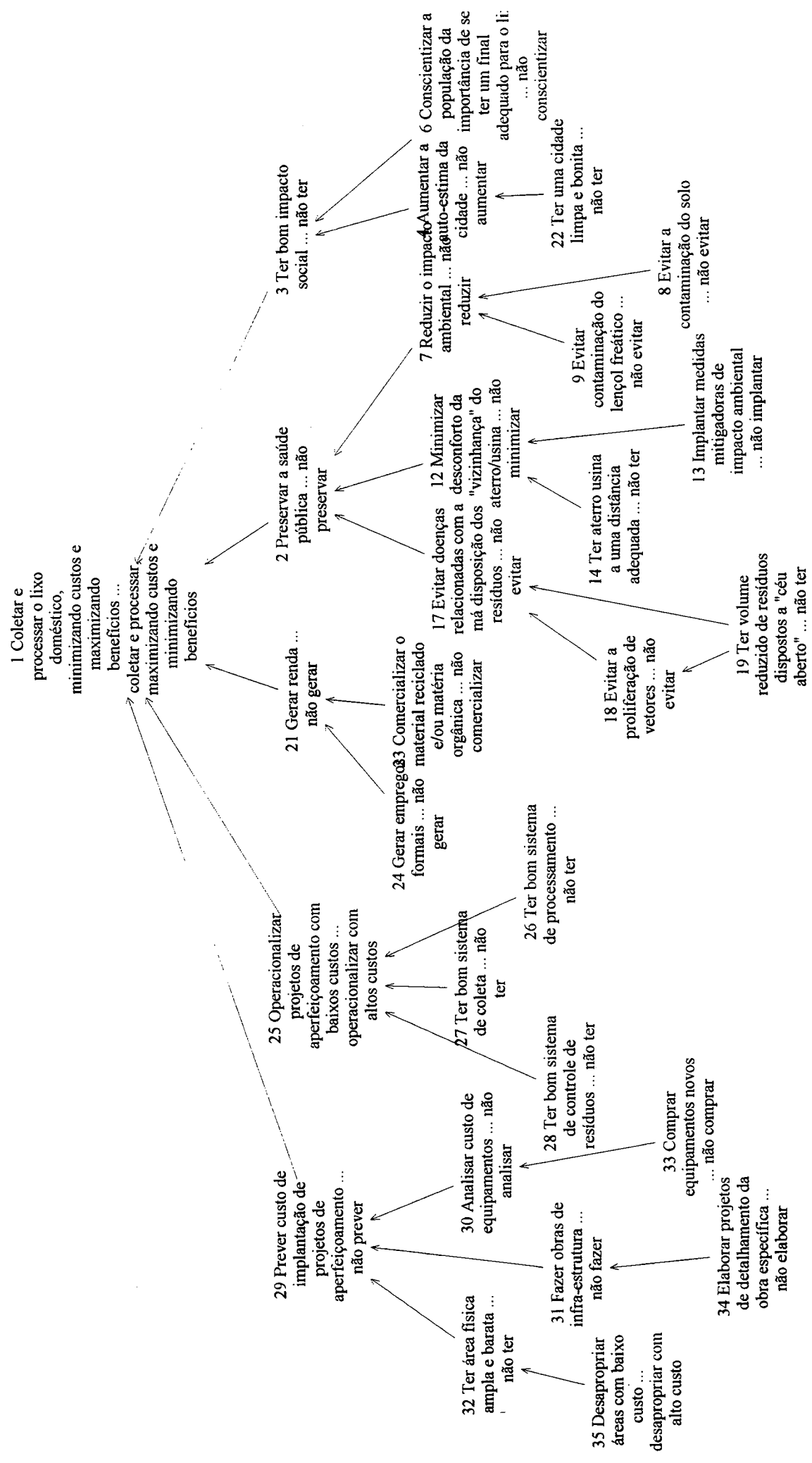


Figura 32. Parte do Mapa Estruturado

A próxima seção apresenta a árvore de pontos de vista, assim como descreve o processo interativo de validação da proposta e de determinação dos pontos de vista fundamentais.

4.1.3 Árvore de Pontos de Vista

O passo seguinte no processo de estruturação do problema foi a construção da árvore de pontos de vista. O procedimento de construção da árvore é bastante subjetivo. Foram utilizados o mapa cognitivo e o mapa estruturado como base para a construção da árvore. Apesar de não ser uma passagem suave, a construção da árvore de pontos de vista é extremamente facilitada se for baseada em um mapa cognitivo construído anteriormente, pois o mapa fornece um grande volume de informações e também o inter-relacionamento entre os aspectos levantados, tornando, portanto, mais fácil a construção da estrutura arborescente.

A Figura 33 mostra a árvore de pontos de vista construída para o problema. A árvore foi elaborada pela facilitadora e levada para discussão com o decisor. Concluiu-se, então, que a árvore proposta estava representando adequadamente os sentimentos do decisor em relação ao problema.

O objetivo principal da construção da árvore de pontos de vista é a identificação dos fatores que devem ser levados em consideração para avaliar e aperfeiçoar o sistema de coleta e processamento do lixo doméstico da cidade de Pelotas. Para tal, foram identificados treze pontos de vista fundamentais. De maneira a facilitar o entendimento e seguindo o objetivo estratégico do decisor, dividiram-se os pontos de vista em duas grandes áreas: custos e benefícios. A grande área custos foi dividida em duas sub-áreas: implantação e operação. A grande área benefícios foi dividida em três sub-áreas: geração de renda, preservação da saúde pública e impacto social.

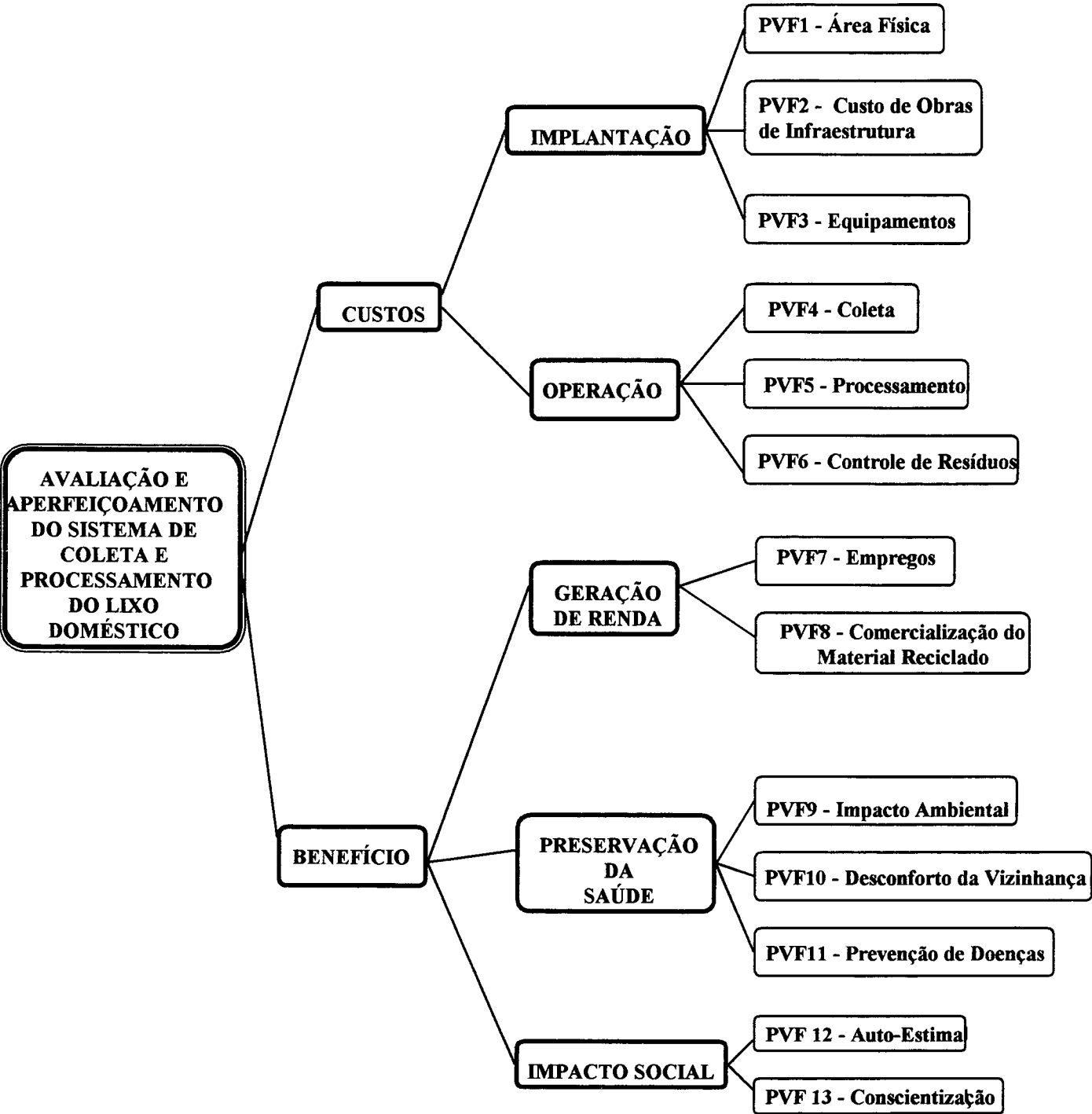


Figura 33. Árvore de Pontos de Vista Proposta para o Decisor

O rótulo do problema (Ponto de Vista Global) - Avaliação e Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Processamento do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas - procura avaliar o sistema atual de coleta e processamento do lixo doméstico para aperfeiçoar o que for necessário. A área de interesse - Custos - avalia o custo para que melhorias no sistema sejam feitas, se necessário, e foi dividida em duas sub-áreas: Implantação e Operação. A sub-área de interesse - Implantação - avalia o custo de implantar projetos novos de aperfeiçoamento do sistema atual, tendo sido considerados três pontos de vista fundamentais:

- Ponto de Vista Fundamental 1 - Área Física: avalia qual área seria mais adequada se projetos de aperfeiçoamento no sistema atual fossem implantados e se estas áreas se encontram disponíveis.
- Ponto de Vista Fundamental 2 - Obras de Infra-Estrutura: avalia o custo para executar obras de infra-estrutura, caso novos projetos de aperfeiçoamento do sistema atual sejam implantados.
- Ponto de Vista Fundamental 3 - Equipamentos: avalia o custo de obtenção, manutenção e readaptação de equipamentos, caso novos projetos de aperfeiçoamento do sistema atual sejam implantados.

A sub-área de interesse - Operação - avalia o custo para operacionalizar projetos novos de aperfeiçoamento do sistema atual e considerou, também, três pontos de vista fundamentais:

- Ponto de Vista Fundamental 4 - Coleta: avalia o custo de aperfeiçoar o sistema de coleta tradicional ou implantar um novo sistema de coleta e qual alternativa seria mais adequada, em termos de custos e benefícios.
- Ponto de Vista Fundamental 5 - Processamento: avalia o custo para se ter um bom sistema de processamento de lixo e qual alternativa seria mais adequada, em termos de custos e benefícios.
- Ponto de Vista Fundamental 6 - Controle de Resíduos: avalia as possibilidades e as possíveis maneiras de se controlar melhor os resíduos provenientes do lixo doméstico.

A área de interesse - Benefícios - avalia o grau de benefícios que seriam gerados se o atual sistema de coleta e processamento do lixo doméstico fosse avaliado e aperfeiçoado e foi dividida em três sub-áreas: Geração de Renda, Preservação da Saúde Pública e Impacto Social. A sub-área de interesse - Geração de Renda - avalia o grau de geração de renda que

aconteceria se o atual sistema fosse avaliado e aperfeiçoado e considerou dois pontos de vista fundamentais:

- Ponto de Vista Fundamental 7 - Empregos: avalia o quanto de empregos formais seriam gerados se melhorias e avaliações do sistema atual fossem feitas e quanto de geração de renda iria proporcionar.
- Ponto de Vista Fundamental 8 - Comercialização do Material Reciclado: avalia o quanto de geração de renda iria surgir se o atual sistema de coleta e processamento de lixo doméstico fosse aperfeiçoado e, com isso, surgiria o material reciclado, que passaria a ser comercializado.

A sub-área de interesse - Preservação da Saúde Pública - avalia o quanto e de que formas a saúde pública poderia ser preservada se melhorias e avaliações no sistema atual fossem feitas, tendo sido considerados três pontos de vista fundamentais:

- Ponto de Vista Fundamental 9 - Impacto Ambiental: avalia como se pode reduzir o impacto ambiental proveniente dos resíduos do lixo e o quanto isto iria preservar a saúde pública.
- Ponto de Vista Fundamental 10 - Desconforto da Vizinhança: avalia de que maneiras o desconforto da vizinhança de aterros/usinas pode ser minimizado e o quanto isto iria preservar a saúde pública.
- Ponto de Vista Fundamental 11 - Prevenção de Doenças: avalia como as doenças provenientes da má disposição dos resíduos do lixo podem ser evitadas e o quanto isto iria preservar a saúde pública.

A sub-área de interesse - impacto social - avalia o impacto que ocorreria na cidade se o atual sistema de coleta e processamento do lixo doméstico fosse avaliado e aperfeiçoado e considerou dois pontos de vista fundamentais:

- Ponto de Vista Fundamental 12 - Auto-Estima: avalia o impacto que teria na auto-estima das pessoas (população) da cidade se o atual sistema de coleta e processamento do lixo doméstico fosse avaliado e aperfeiçoado.
- Ponto de Vista Fundamental 13 - Conscientização: avalia o impacto de se ter uma população conscientizada sobre a necessidade de se avaliar e aperfeiçoar o atual sistema de coleta e processamento do lixo doméstico e as conseqüências que poderão advir se isto não for feito urgentemente.

Tendo construído a árvore de pontos de vista e definido os pontos de vista fundamentais do problema, o processo de estruturação caminhou para a construção de

descritores, que será apresentada na próxima seção. Porém, antes de se iniciar o processo de construção dos descritores é importante salientar que houve algumas modificações no mapa cognitivo e, conseqüentemente, na primeira árvore de pontos de vista - Figura 34 - que foi proposta ao decisor, confirmando o aspecto construtivista do trabalho.

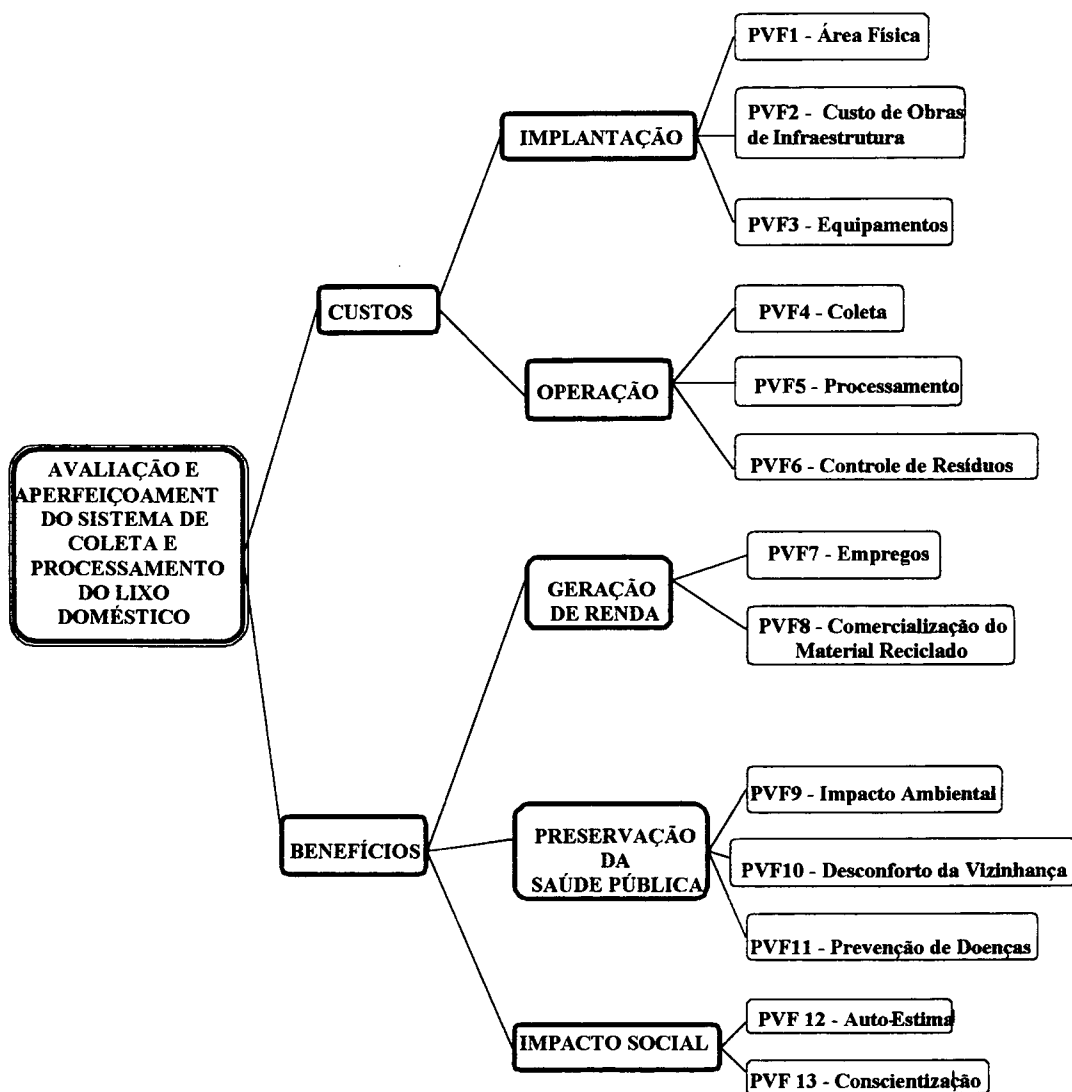


Figura 34. Primeira Árvore de Pontos de Vista Proposta para o Decisor

A começar pelo rótulo inicial do problema “Avaliação e Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Processamento do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas”, de onde a palavra *avaliação* foi retirada. Isto aconteceu devido ao fato de o decisor ter chegado à conclusão prévia de que o atual sistema de coleta e processamento do lixo doméstico da cidade não é bom e, portanto, o objetivo real do trabalho era aperfeiçoar este sistema.

Também a palavra *processamento* foi substituída por *destino final*, pois chegou-se à conclusão de que o processamento do lixo doméstico era um objetivo secundário, sendo muito mais preocupante e importante a destinação final do lixo. Portanto, o rótulo definitivo do problema ficou “Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas”.

As duas grandes áreas “custos” e “benefícios” foram retiradas, pois, segundo o decisor, estavam redundantes porque as sub-áreas, implicitamente, continham estas informações. Em um primeiro momento, ficou-se então com cinco grandes áreas de interesse: *implantação, operação, geração de renda, preservação da saúde pública e impacto social*. Na primeira área de interesse (implantação) não houve modificação nenhuma. Na segunda área de interesse (operação) o PVF5 - Processamento foi modificado para “destino final”, pelo mesmo motivo que já foi explicado no rótulo do problema. O PVF6 - Controle de Resíduos foi retirado, pois o decisor chegou à conclusão de que este tipo de controle, na verdade, era bem mais um meio dentro da destinação final do lixo do que um fim em si mesmo. A terceira área de interesse (geração de renda) foi retirada e colocada como um ponto de vista fundamental dentro da área de interesse impacto social, pois o decisor achou que a geração de renda, através de empregos que advêm do aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo, avaliaria bem melhor o impacto social na cidade do que os PVF12 - Auto-Estima e PVF13 - Conscientização. Como ficou apenas um ponto de vista fundamental - geração de renda, a área de interesse - impacto social foi retirada, pois perdeu a razão de ser. O PVF8 - Comercialização de Material Reciclado, que pertencia à área de interesse geração de renda, foi suprimido, pois o decisor achou que medir a geração de renda na cidade através de empregos era bem mais realista e prático. E na quarta área de interesse (prevenção da saúde pública) o PVF11 - Prevenção de Doenças foi retirado devido ao fato de que, segundo o decisor, se todos os critérios técnicos para minimizar o impacto ambiental e o desconforto da vizinhança forem obedecidos, naturalmente, irá diminuir o número de doenças causadas pela má disposição do lixo.

Os pontos de vista elementares foram definidos após a construção da árvore, a partir dos pontos de vista fundamentais. A Figura 35 mostra a árvore de pontos de vista definitiva e o processo de construção dos descritores iniciou-se com a identificação dos pontos de vista para os quais seriam construídos descritores.

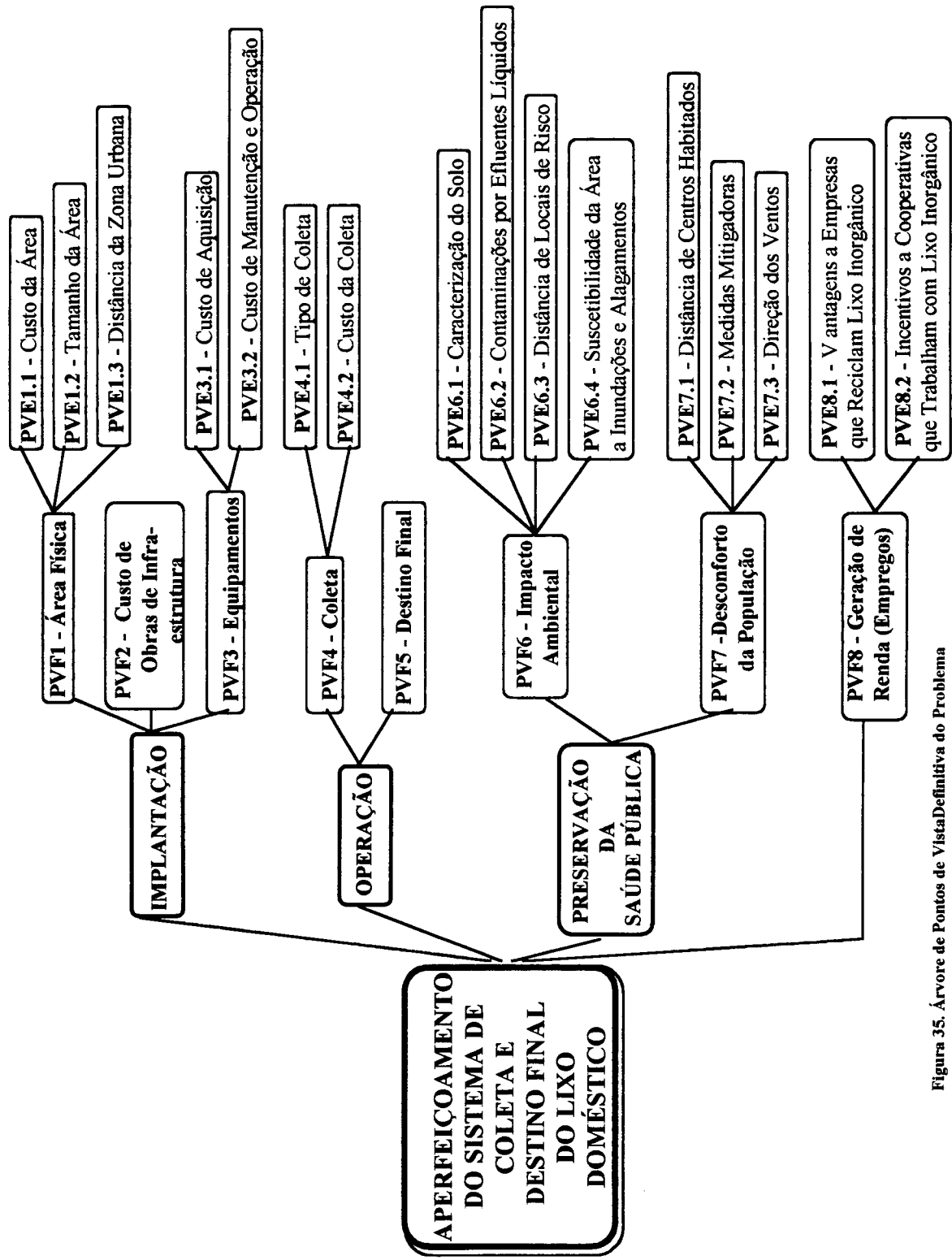


Figura 35. Árvore de Pontos de VistaDefinitiva do Problema

4.1.4 Construção de Descritores

A construção de descritores deve ser feita, preferencialmente, para os pontos de vista fundamentais do problema. Entretanto, em algumas situações onde o número de pontos de vista elementares sob um ponto de vista fundamental é muito elevado, pode-se construir descritores para alguns dos pontos de vista elementares e, caso seja respeitada a propriedade de independência preferencial, pode-se agregar os julgamentos segundo estes pontos de vista elementares, de forma a se obter uma avaliação das ações sobre o ponto de vista fundamental em questão.

Todas as definições que foram feitas em um primeiro momento foram refeitas, juntamente com o decisor, com o objetivo de que o processo de construção dos descritores viesse a cumprir de fato o seu papel, que é de clarificar o significado dos pontos de vista, tornando-os mais inteligíveis e fazendo com que não haja ambigüidade na sua interpretação por diferentes atores.

O rótulo do problema - Aperfeiçoamento do Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas - procura aperfeiçoar o atual sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas, com a preocupação de ter custos mínimos nestas melhorias e maximização de benefícios para a população. Os moradores da zona urbana de Pelotas produzem, diariamente, 200 toneladas de resíduos que não são reaproveitados, sem que haja um local adequado para depositá-los, que não coloque em risco a saúde da comunidade e do próprio ambiente. O atual “lixão”, localizado em zona urbana, é contrário à legislação ambiental, conforme documento da Comissão Multidisciplinar do Lixo, criada em 1992, que denuncia: “o local onde atualmente é depositado o lixo domiciliar e hospitalar está próximo ao canal Santa Bárbara e à barragem de mesmo nome, se concretizando num perigo em potencial para os moradores próximos, bem como parte do abastecimento de água da cidade”. Para agravar esta situação, com o passar do tempo e com o crescimento da população, a produção diária de lixo aumenta significativamente, tornando assim cada vez mais complexo e difícil encontrar soluções para a destinação final dos resíduos sólidos.

Com base neste contexto, através da árvore de pontos de vista, procurou-se identificar todos os aspectos possíveis que necessitavam ser avaliados e aperfeiçoados no sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas, dividindo-se os pontos de vista fundamentais em três grandes áreas de interesse, com exceção do *PVF 8* -

geração de renda que analisa esta dimensão em termos de maneiras que poderiam gerar empregos para a população, através do aperfeiçoamento do atual sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade. As três grandes áreas de interesse são: *implantação e operação* que visam avaliar os custos que seriam dispendidos em projetos de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico, e *preservação da saúde pública* que analisa os benefícios que seriam gerados para a população se o atual sistema de coleta e destino final do lixo doméstico fosse reavaliado e aperfeiçoado.

A Área de Interesse 1 - Implantação - visa avaliar os custos que seriam dispendidos para implantar projetos de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas. Esses projetos de aperfeiçoamento seriam implantar o sistema de coleta seletiva de lixo, uma unidade de separação de materiais recicláveis e compostagem (usina de lixo) ou fazer um aterro sanitário ou controlado. Todos os custos e distâncias desta área de interesse são avaliados considerando as características específicas da cidade de Pelotas, como número de habitantes, dimensões da cidade, condições financeiras do governo municipal, produção diária de lixo. Foram considerados três pontos de vista fundamentais:

PVF1 - Área Física

PVF2 - Custo de Obras de Infra-estrutura

PVF3 - Equipamentos

O PVF1 - Área Física - avalia a área física adequada para implantar projetos de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas. É composto por três pontos de vista elementares que avaliam o custo, o tamanho e a distância adequada entre a área física escolhida para a destinação final do lixo e a zona urbana. Este ponto de vista fundamental foi operacionalizado através da construção de um descritor direto, quantitativo e contínuo para cada um dos pontos de vista elementares. É importante lembrar que os descritores já possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

O PVE1.1 - Custo da Área Física - avalia se o governo municipal possui área física disponível para que seja implantado algum tipo de projeto de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas e, se não possui, qual seria o custo para desapropriar uma determinada área. Foram determinados quatro estados para o PVE 1.1, sendo que o *melhor estado* é o de custo é 0, ou seja, as áreas disponíveis são públicas, o que significa que pertencem ao governo municipal e, portanto, não haverá custo

com desapropriações. O *pior estado* é quando não existem áreas públicas disponíveis, havendo a necessidade de desapropriação e a área adequada para este tipo de projeto possui um custo de desapropriação altíssimo para o governo municipal, de R\$ 12.000,00/ha. O *estado considerado bom* é aquele em que não existem áreas públicas disponíveis, mas o custo de desapropriação não é muito elevado para o governo municipal, de R\$ 3.000,00/ha e o *estado considerado neutro* é aquele em que não existem áreas públicas disponíveis e o custo de desapropriação já passa a ser alto para uma cidade como Pelotas, de R\$ 8.000,00/ha. Passando deste limite o custo já passa a comprometer o projeto, passando-se a questionar a viabilidade do investimento. Os estados do PVE 1.1 estão apresentados na Figura 36 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 7. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

• Estados do PVE1.1 - Custo da Área (por ha)

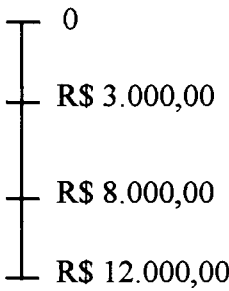


Figura 36. Estados do PVE1.1

Descritor para o PVE1.1 - Custo da Área Física (por ha)		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	o custo da área é <u>0, pois a área é pública</u>	≡
N3 (Nível Bom)	o custo para desapropriação de uma área é de <u>R\$ 3.000,00</u>	≡
N2 (Nível Neutro)	o custo para desapropriação de uma área é de <u>R\$ 8.000,00</u>	≡
N1	o custo para desapropriação de uma área é de <u>R\$ 12.000,00</u>	≡

Tabela 7. Descritor para o PVE 1.1

O *PVE1.2 - Tamanho da Área Física* - avalia o tamanho ideal da área física para implantar algum tipo de projeto de aperfeiçoamento para o sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas, já prevendo a necessidade de ampliações futuras. O cálculo para dimensionar o tamanho necessário para a área de destinação final do lixo, para qualquer projeto que for implantado, seja unidade de separação de materiais recicláveis e compostagem ou aterro (sanitário ou controlado), é feito da seguinte maneira: o período mínimo de duração da área para valer a pena este tipo de investimento é de dez anos, então calcula-se quantas toneladas de lixo são coletadas por dia e multiplica-se este valor por um ano e o resultado disto multiplica-se por dez anos; assim se terá uma boa estimativa do tamanho que essa área precisa ter. A durabilidade da área depende da forma de disposição final do lixo, que quanto melhor disposto, e se tratado melhor ainda, mais tempo durará a área. A partir disto, foram determinados quatro estados para o PVE 1.2, sendo que o *melhor estado* para uma cidade como Pelotas é que a área possua 40 ha, espaço este excelente, tanto para implantação de um bom projeto, quanto para ampliações futuras. O *pior estado* é quando a área possui 10 ha, pois, além de não ter espaço suficiente para um bom projeto, se houver necessidade de ampliações futuras, outra área terá que ser encontrada, o que ocasionará um custo enorme para o município. O *estado considerado bom* é aquele em que a área possui 30 ha, pois existe espaço suficiente para implantação de um bom projeto e também para futuras ampliações e o *estado considerado neutro* é aquele em que a área possui 20 ha, pois existe espaço para a implantação de um bom projeto, mas não para ampliações futuras. Os estados do PVE 1.2 estão apresentados na Figura 37 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 8. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

• Estados do PVE1.2 - Tamanho da Área (ha)

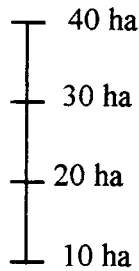


Figura 37. Estados do PVE1.2

Descritor para o PVE1.2 - Tamanho da Área Física (ha)		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	a área física possui <u>40 ha</u>	≡≡
N3 (Nível Bom)	a área física possui <u>30 ha</u>	≡≡
N2 (Nível Neutro)	a área física possui <u>20 ha</u>	≡≡
N1	a área física possui <u>10 ha</u>	≡≡

Tabela 8. Descritor para o PVE 1.2

O PVE1.3 - *Distância da Zona Urbana (Km)* - avalia a distância que seria adequada entre a área de destino final do lixo e a zona urbana, considerando que, se a área escolhida se localiza a grande distância da zona urbana, já prejudica o projeto, pois o custo do transporte torna-se muito alto. Foram determinados quatro estados para o PVE 1.3, sendo que o *melhor estado* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e a zona urbana é 10 Km, pois além de ficar próxima da zona urbana, sem prejudicar a população, torna o custo do transporte bastante módico. O *pior estado* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e a zona urbana é 20 Km, pois tornaria o acesso inviável devido ao alto custo de transporte. O *estado considerado bom* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e a zona urbana fica é de 12 Km, pois fica a uma distância adequada, sem tornar oneroso o transporte e o *estado considerado neutro* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e a zona urbana é de 15 Km, pois a partir daí o custo do transporte já torna-se bastante elevado. Os estados do PVE 1.2 estão apresentados na Figura 38 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 9. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

• Estados do PVE1.3 - Distância da Zona Urbana (Km)

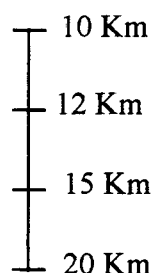


Figura 38 - Estados do PVE1.3

Descritor para o PVE1.3 - Distância da Zona Urbana (Km)		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	a área de destinação final do lixo fica a <u>10 Km</u> da zona urbana	≡
N3 (Nível Bom)	a área de destinação final do lixo fica a <u>12 Km</u> da zona urbana	≡
N2 (Nível Neutro)	a área de destinação final do lixo fica a <u>15 Km</u> da zona urbana	≡
N1	a área de destinação final do lixo fica a <u>20 Km</u> da zona urbana	≡

Tabela 9. Descritor para o PVE 1.3

O PVF2 - Custo de Obras de Infra-Estrutura - avalia o custo para execução de obras de infra-estrutura para a implantação de projetos de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas. Essas obras compreendem instalação de luz elétrica, água, bom acesso, cercado da área, drenagens, impermeabilizações. Foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo e foram determinados quatro estados para o PVF2, sendo que o *melhor estado* é quando o custo das obras de infra-estrutura é de R\$ 15.000,00/ha e o *pior estado* é quando o custo das obras de infra-estrutura é de R\$ 45.000,00/ha, custo este que tornaria o empreendimento inviável. O *estado considerado bom* é quando o custo das obras de infra-estrutura é de R\$ 25.000,00/ha e o *estado considerado neutro* é quando o custo das obras de infra-estrutura é de R\$ 38.000,00/ha, pois a partir deste valor já se passa a questionar a

viabilidade do investimento. Os estados do PVF2 estão apresentados na Figura 39 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 10. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear. É importante lembrar que o descritor já possui uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

• Estados do PVF2 - Custo da Infra-estrutura (por ha)

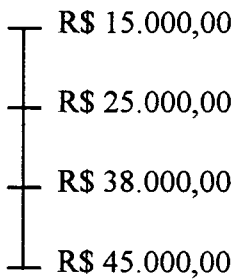


Figura 39. Estados do PVF2

Descritor para o PVF2 - Custo de Obras de Infra-estrutura (por ha)		
Nível	Descrição	Representação o Simbólica
N4	o custo para as obras de infra-estrutura é de <u>R\$ 15.000,00</u>	⚡⚡⚡
N3 (Nível Bom)	o custo para as obras de infra-estrutura é de <u>R\$ 25.000,00</u>	⚡⚡⚡
N2 (Nível Neutro)	o custo para as obras de infra-estrutura é de <u>R\$ 38.000,00</u>	⚡⚡⚡
N1	o custo para as obras de infra-estrutura é de <u>R\$ 45.000,00</u>	⚡⚡⚡

Tabela 10. Descritor para o PVF2

O PVF3 - Equipamentos - avalia o custo dos equipamentos necessários para implantar projetos de aperfeiçoamento para o sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas. Dentro destes equipamentos está se considerando a compra de uma unidade de separação de materiais recicláveis e compostagem (usina de lixo) e todos

os equipamentos necessários para se construir um aterro sanitário, sendo que um dos fatores que o diferencia do aterro controlado é justamente possuir equipamentos mais sofisticados, como, por exemplo, drenos para efluentes líquidos e gasosos. Este ponto de vista fundamental é composto por dois pontos de vista elementares e foi operacionalizado através da construção de um descritor direto, quantitativo e contínuo para cada um deles. É importante lembrar que os descritores já possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

O PVE3.1 - Custo de Aquisição - avalia o custo para adquirir equipamentos para a implantação de projetos de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo da cidade de Pelotas. Foram determinados quatro estados para o PVE3.1, sendo que o *melhor estado* é quando o custo é de R\$ 800.000,00 e o *pior estado* é quando o custo é de R\$ 2.000.000,00, custo este que tornaria o empreendimento inviável. O *estado considerado bom* é quando o custo é de R\$ 1.200.000,00 e o *estado considerado neutro* é quando o custo é de R\$ 1.500.000,00, pois a partir deste valor já se questiona a viabilidade do investimento. Os estados do PVE 3.1 estão apresentados na Figura 40 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 11. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

- **Estados do PVE3.1 - Custo de Aquisição**

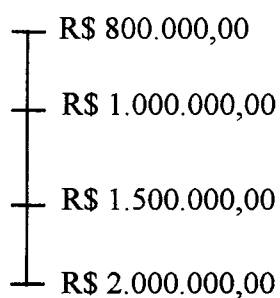


Figura 40. Estados do PVE3.1

Descritor para o PVE3.1 - Custo de Aquisição		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	o custo para aquisição de equipamentos é de <u>R\$ 800.000,00</u>	⏏
N3 (Nível Bom)	o custo para aquisição de equipamentos é de <u>R\$ 1.000.000,00</u>	⏏
N2 (Nível Neutro)	o custo para aquisição de equipamentos é de <u>R\$ 1.500.000,00</u>	⏏
N1	o custo para aquisição de equipamentos é de <u>R\$ 2.000.000,00</u>	⏏

Tabela 11. Descritor para o PVE3.1

O PVE3.2 - Custo de Manutenção e Operação (por mês) - avalia o custo para que se faça a manutenção e operação dos equipamentos para a implantação de projetos de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas. Foram determinados quatro estados para o PVE3.2, sendo que o *melhor estado* é quando o custo é de R\$ 90.000,00/mês e o *pior estado* é quando o custo é de R\$ 200.000,00/mês, custo este que tornaria o empreendimento inviável. O *estado considerado bom* é quando o custo é de R\$ 120.000,00/mês e o *estado considerado neutro* é quando o custo fica é de R\$ 150.000,00/mês. Os estados do PVE 3.2 estão apresentados na Figura 41 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 12. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

• Estados do PVE3.2 - Custo de Manutenção e Operação (por mês)

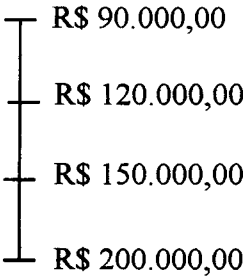


Figura 41. Estados do PVE3.2

Descritor para o PVE3.2 - Custo de Manutenção e Operação (por mês)		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	o custo para manutenção e operação de equipamentos é de <u>R\$ 90.000,00</u>	⚡
N3 (Nível Bom)	o custo para manutenção e operação de equipamentos é de <u>R\$ 120.000,00</u>	⚡
N2 (Nível Neutro)	o custo para manutenção e operação de equipamentos é de <u>R\$ 150.000,00</u>	⚡
N1	o custo para manutenção e operação de equipamentos é de <u>R\$ 200.000,00</u>	⚡

Tabela 12. Descritor para o PVE3.2

A Área de Interesse 2 - Operação - visa avaliar os custos que seriam despendidos para operacionalizar projetos de aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas. Como já foi dito, esses projetos de aperfeiçoamento constituiriam em implantar o sistema de coleta seletiva de lixo, uma unidade de separação de materiais recicláveis e compostagem (usina de lixo) ou fazer um aterro sanitário ou controlado. Os custos desta área de interesse são avaliados, considerando-se as características específicas da cidade de Pelotas, como número de habitantes, dimensões da cidade, condições financeiras do governo municipal, produção diária de lixo. Nesta área de interesse, foram considerados dois pontos de vista fundamentais:

PVF4 - Coleta

PVF5 - Destino Final

O PVF4 - Coleta - avalia os tipos de coleta de lixo existentes e o custo de transporte destas coletas. É composto por dois pontos de vista elementares e foi operacionalizado através da construção de um descritor direto, qualitativo e discreto para o PVE4.1. O PVE4.2. foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo. É importante lembrar que os descritores já possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

O PVE4.1 - Tipos de Coleta - avalia os tipos de coleta de lixo que existem. Foram determinados três estados para o PVE 4.1, sendo que o *melhor estado*, que neste caso será o nível bom, é quando a coleta de lixo é seletiva e tradicional, porque a coleta seletiva não elimina a coleta tradicional, pois a coleta seletiva recolhe apenas o lixo inorgânico, ficando para a coleta tradicional o recolhimento do lixo orgânico. Diminuirá o número de caminhões coletores-compactadores, que são específicos para a coleta tradicional, mas aumentará, e muito, o número de caminhões com divisórias, que são específicos para a coleta seletiva e onde o lixo fica solto, o que, portanto, aumenta o volume de lixo. Este fato é a desvantagem da coleta seletiva, pois encarece o custo do transporte.

A coleta seletiva compreende as etapas de separação, trituração e enfardamento e, se não houver uma usina de lixo na cidade, um centro de triagem para separar o lixo limpo se fará necessário, pois a coleta seletiva separa, no máximo, 30 % do lixo, por mais conscientizada que esteja a população. Porém este fato faz com que sejam gerados bem mais empregos na coleta seletiva do que na coleta tradicional de lixo, que se limita aos garis. Além de gerar empregos, a vantagens da coleta seletiva é que, ao separar o lixo orgânico do inorgânico, diminui significativamente o impacto ambiental: também facilita enormemente às empresas e cooperativas que reciclam lixo inorgânico e, se existir uma usina de compostagem de lixo orgânico na cidade, ainda transforma o lixo orgânico em matéria orgânica, ou seja, húmus que poderá ser comercializado posteriormente, como adubo orgânico.

O *pior estado* é não coletar nada, o que acontece, freqüentemente, em muitas cidades devido, por exemplo, ao difícil acesso e a grandes distâncias. E o *estado neutro* é fazer apenas a coleta tradicional de lixo, que coleta o lixo orgânico juntamente com o inorgânico, forma em que nada é feito pelo meio-ambiente, além de desperdiçar todo o lixo inorgânico que poderia ser reciclado ou, se não desperdiça todo, dificulta bastante o trabalho das empresas e cooperativas que trabalham com a reciclagem de lixo, além de não fornecer a possibilidade de transformar o lixo orgânico em matéria orgânica.

Ao mesmo tempo em que a coleta seletiva pode ser mais cara em termos de equipamentos necessários, a coleta tradicional também acaba saindo cara, pois exige um maior cuidado no tratamento dos efluentes líquidos e gasosos que emanam da fermentação do lixo. Os estados do PVE4.1 estão apresentados na Figura 42 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 13.

• Estados do PVE4.1 - Tipos de coleta

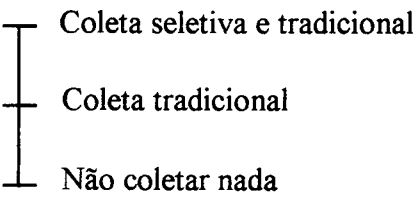


Figura 42. Estados do PVE4.1

Descritor para o PVE4.1 - Tipos de Coleta		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N3 (Nível Bom)	a coleta de lixo é <u>seletiva e tradicional</u>	⚡
N2 (Nível Neutro)	a coleta do lixo é apenas <u>tradicional</u>	⚡
N1	<u>não é feita</u> a coleta de lixo	⚡

Tabela 13 . Descritor para o PVE4.1

O PVE4.2 - Custo da Coleta (por tonelada) - avalia o custo das coletas tradicional e seletiva em termos de transporte. Foram determinados quatro estados para o PVE 4.2, sendo que o *melhor estado* é quando o custo da coleta é de R\$ 20,00/ton. Este valor seria mais para a coleta tradicional, já que a coleta seletiva é bem mais cara. O *pior estado* é quando o custo da coleta chega a ser de R\$ 150,00/ton. A coleta tradicional nunca chegaria a este valor, mas a coleta seletiva poderia chegar, o que tornaria inviável a sua execução, ainda mais para uma cidade como Pelotas. O *estado considerado bom* é quando o custo da coleta é de R\$ 40,00/ton, valor este excelente para a coleta seletiva e aceitável para a coleta tradicional, e o *estado considerado neutro* é quando o custo da coleta é de R\$ 100,00/ton. Passando deste limite, o custo da coleta fica tão elevado que torna impraticável a sua execução. A coleta tradicional é bem mais barata que a coleta seletiva, pois precisa de bem menos caminhões e, por recolher o lixo todo junto, pode compactá-lo, o que faz com que se recolham mais toneladas de lixo em um mesmo caminhão. Os caminhões coletores-compactadores, que são usados na coleta tradicional, otimizam e reduzem os custos da

coleta. A coleta seletiva possui um alto custo de operação e, normalmente, é uma coleta deficitária, mas o objetivo da coleta seletiva não é minimizar custos e, sim, preservar o meio-ambiente. O valor da comercialização do material para reciclagem não consegue cobrir o custo da coleta. Para a coleta seletiva são necessários caminhões com divisórias, que irão otimizar a coleta, mas não os custos. A coleta seletiva precisa de mais caminhões, porque, como o lixo inorgânico não pode ser compactado, aumenta o volume de lixo por caminhões, fazendo com que se recolha uma quantidade de toneladas de lixo muita baixa por caminhões. Além disso, a coleta seletiva não exclui a coleta tradicional também com os seus caminhões coletores-compactadores, em número reduzido, é claro, pois estes recolherão apenas o lixo orgânico. Os estados do PVE 4.2 estão apresentados na Figura 43 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 14. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

• Estados do PVE4.2 - Custo da Coleta (por tonelada)

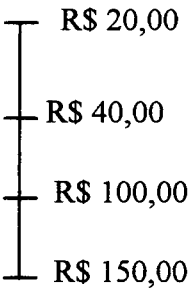


Figura 43. Estados do PVE4.2

Descritor para o PVE4.2 - Custo da Coleta (por tonelada)		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	o custo da coleta de lixo é de <u>R\$ 20,00</u>	≡
N3 (Nível Bom)	o custo da coleta de lixo é de <u>R\$ 40,00</u>	≡
N2 (Nível Neutro)	o custo da coleta de lixo é de <u>R\$ 100,00</u>	≡
N1	o custo da coleta de lixo é de <u>R\$ 150,00</u>	≡

Tabela 14. Descritor para o PVE4.2

O PVF5 - Destino Final - avalia as alternativas existentes para destinação final do lixo. Foi operacionalizado através de um descritor direto, qualitativo e discreto. Foram determinados quatro estados para o PVF5, sendo que o *melhor estado* é quando é implantada uma unidade de separação de materiais recicláveis e compostagem (usina de lixo). Na usina, independentemente de se ter coleta seletiva ou não, separa-se o lixo orgânico do inorgânico, através de equipamentos e mão-de-obra. A usina não recicla o lixo, ela simplesmente separa os diferentes tipos de lixo, executa uma das fases da reciclagem que é a separação. A grande diferença entre se fazer a coleta seletiva e se ter uma usina de lixo é que na usina transforma-se o lixo orgânico em composto orgânico e, se tiver apenas a coleta seletiva, este lixo orgânico irá para o aterro, sem sofrer nenhuma espécie de transformação. É claro que o ideal é que se tenha um sistema de coleta seletiva e uma usina de lixo, pois a coleta seletiva faz com que a usina funcione melhor, seja mais eficiente. Além disso, a usina aproveita a matéria-prima já existente. A usina de lixo não elimina a existência do aterro, porque existem os rejeitos da usina, como o lixo hospitalar, o lixo industrial, que irão para o aterro, só que este aterro será muito menor. Apenas o lixo doméstico vai para a usina. Com a implantação da usina, reduzem-se os custos com tratamento de efluentes, pois se evita que mais quantidade e tipos de lixo vão para o aterro sem qualquer espécie de tratamento, pois quanto mais variadas forem as características dos resíduos do lixo, mais sofisticados serão os tratamentos de efluentes. As vantagens da usina de lixo em relação ao aterro sanitário ou controlado é que a usina agride menos o meio-ambiente, pois ela trata o lixo e o aterro é apenas uma forma de disposição. Essa solução também é vantajosa quanto aos empregos diretos que serão gerados pela instalação da usina; a disponibilidade de matéria-prima pronta para ser reciclada fará com que surjam na cidade empresas recicladoras de papel, plástico e vidro.

O *pior estado* é quando não se faz nada, nem usina, nem aterro sanitário ou controlado, simplesmente se joga o lixo de qualquer forma, poluindo o meio-ambiente, sem nenhuma forma de tratamento. O *estado considerado bom* é quando se faz um aterro sanitário. O aterro sanitário é uma técnica de engenharia que consiste em depositar uma certa quantidade de lixo, num menor volume possível, utilizando técnicas de proteção ao meio-ambiente para evitar contaminações. Antes de se fazer o aterro, analisa-se as características dos tipos de resíduos que irão para o aterro, com o objetivo de planejar as divisórias internas do aterro e o tipo de tratamento que deverá ser feito para os efluentes.

Os aterros podem ser positivos (na superfície) ou negativo e, na cidade de Pelotas, o aterro teria que ser positivo, pois o lençol freático fica muito próximo da superfície e, para fazer um aterro negativo, o lençol freático tem que estar, no mínimo, a dois metros da superfície. Dentro do aterro sanitário existem divisórias especiais para cada tipo de lixo, drenos para os efluentes líquidos e gasosos que emanam da fermentação do lixo e que serão posteriormente tratados. Existem dezoito normas técnicas para se fazer um aterro sanitário. No Brasil, existem, em média, apenas seis aterros sanitários, pois o mais comum são os aterros controlados, que são confundidos com os aterros sanitários. O *estado considerado neutro* é quando se tem o aterro controlado, que é como o aterro sanitário, só que menos sofisticado, onde as camadas lixo-terra são menores, não precisa impermeabilizar a base com mantas e os drenos e o tratamento para efluentes são menos sofisticados. Os estados do PVF5 estão apresentados na Figura 44 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 15. É importante lembrar que os descritores já possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

• Estados do PVF5 - Destino Final

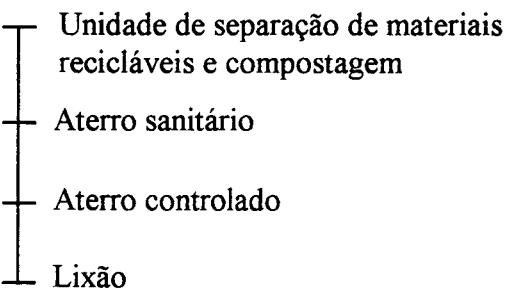


Figura 44. Estados do PVF5

Descritor para o PVF5 - Destinação Final		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	fazer uma <u>unidade de separação de materiais recicláveis e compostagem</u>	⚡
N3 (Nível Bom)	fazer <u>aterro sanitário</u>	⚡
N2 (Nível Neutro)	fazer <u>aterro controlado</u>	⚡
N1	não fazer <u>nada (lixão)</u>	⚡

Tabela 15. Descritor do PVF5

A Área de Interesse 3 - Preservação da Saúde Pública - procura avaliar os benefícios que seriam gerados se o atual sistema de coleta e destino final do lixo da cidade de Pelotas fosse reavaliado e aperfeiçoado. Foram considerados dois pontos de vista fundamentais que se propõem avaliar os benefícios gerados em termos de meio-ambiente, sendo que a área escolhida para destinação final do lixo precisa obedecer a diversos critérios técnicos para minimizar o impacto ambiental e para minimizar o desconforto da população. São os seguintes pontos de vista fundamentais:

PVF6 - Impacto Ambiental

PVF7 - Desconforto da População

O PVF 6 - Impacto Ambiental - este ponto de vista fundamental avalia os critérios técnicos que precisam ser obedecidos quando se escolhe uma área para destinação final do lixo com o objetivo de minimizar o impacto ambiental. É composto por quatro pontos de vista elementares e foi operacionalizado através da construção de um descritor para cada um de seus pontos de vista elementares. É importante lembrar que os descritores já possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

O PVE6.1 - Caracterização do Solo - foi operacionalizado através de um descritor direto, qualitativo e discreto e avalia o tipo de solo que seria adequado para a área de destinação final do lixo. Foram determinados três estados para o PVE6.1, sendo que o *melhor estado*, que aqui também será o nível bom, é quando o solo é argiloso, pois não permite a percolação dos efluentes líquidos que emanam da fermentação do lixo, e o *pior estado* é quando o solo é arenoso, pois permite a percolação total dos efluentes líquidos. O *estado considerado neutro* é quando o solo é siltoso, pois permite a percolação parcial dos efluentes líquidos. Os estados do PVE6.1 estão apresentados na Figura 45 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 16.

- **Estados do PVE6.1 - Caracterização do Solo**

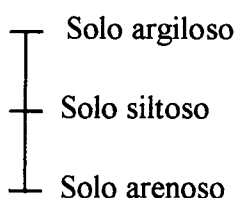


Figura 45. Estados do PVE 6.1

Descritor para o PVE6.1 - Caracterização do Solo		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N3 (Nível Bom)	o solo da área para destinação final do lixo é <u>argiloso</u> , <u>não</u> permitindo a percolação dos resíduos	⊥
N2 (Nível Neutro)	o solo da área para destinação final do lixo é <u>siltoso</u> , permitindo a percolação <u>parcial</u> dos resíduos	⊥
N1	o solo da área para destinação final do lixo é <u>arenoso</u> , permitindo a percolação <u>total</u> dos resíduos	⊥

Tabela 16. Descritor do PVE6.1

O PVE6.2 - *Contaminações por Efluentes Líquidos* - avalia o tipo de contaminações que podem ocorrer através dos efluentes líquidos que emanam da fermentação do lixo. Foi operacionalizado através de um descritor direto, qualitativo e discreto, onde foram considerados três estados. O *melhor* estado, que neste caso será o nível bom, é quando existe tratamento para efluentes líquidos que emanam da fermentação do lixo, o que significa que não existe a possibilidade de infiltração no solo, que ocasionaria a contaminação do solo e do lençol freático, pois os efluentes serão retirados através de drenos especiais para serem tratados e, se escoarem para locais de risco de contaminação, também não haverá problema, pois eles já foram tratados. Esses tratamentos podem ser feitos através da construção de lagoas de tratamento, filtros biológicos, valas de oxidação, sendo que o tipo de tratamento depende das características dos resíduos do lixo que originaram esses efluentes. O *pior estado* é quando não existe tratamento de efluentes, o que significa que eles infiltrarão no solo e contaminarão o solo e o lençol freático e, além disso, escoam para locais de risco de contaminações. Esses locais de risco de contaminação referem-se a depósitos de captação de água potável, áreas piscosas, cursos d'água que passam por zonas de grande concentração populacional. O estado considerado *neutro* é quando não existe tratamento para os efluentes líquidos, porém eles não escoam para locais de risco de contaminações. Os estados do PVE6.2 estão apresentados na Figura 46 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 17.

• Estados do PVE6.2 - Contaminação por Efluentes Líquidos

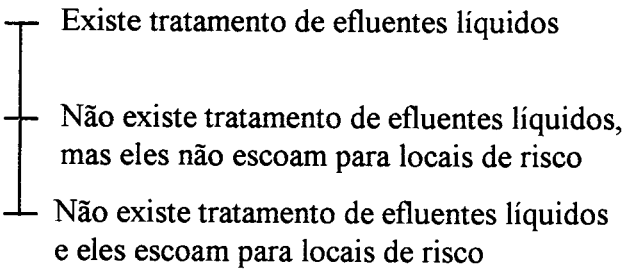


Figura 46. Estados do PVE 6.2

Descritor para o PVE 6.2 - Contaminações por Efluentes Líquidos		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N1 (Nível Bom)	<u>existe tratamento</u> para efluentes líquidos, portanto <u>não há risco de contaminações</u>	⊕
N2 (Nível Neutro)	<u>não existe tratamento</u> de efluentes líquidos, mas eles <u>não escoam</u> para locais de risco de contaminações	⊕
N3	<u>não existe tratamento</u> de efluentes líquidos e eles <u>escoam</u> para locais de risco de contaminações	⊕

Tabela 17. Descritor para o PVE 6.2. - Contaminações por Efluentes Líquidos

O PVE6.3 - Distância entre Locais de Risco de Contaminações - foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo e avalia a distância que deve ter entre a área de destinação final do lixo e os locais de risco de contaminações por efluentes do lixo. Estes locais são depósitos de captação de água potável, área piscosa, cursos d'água que passam por zonas de grande concentração populacional, barragens. Foram determinados quatro estágios para o PVE6.3, sendo que o *melhor estado* é quando a distância entre a área de destinação do lixo e os locais de risco é de 20 Km e o *pior estado* é quando a distância é 0, ou seja, a área de destinação do lixo fica ao lado dos locais de risco. O *estado considerado bom* é quando a distância entre a área de destinação do lixo e os locais de risco é de 15 Km, pois ainda está a uma boa distância, sem que haja risco de contaminações. O *estado considerado neutro* é quando a distância entre a área de destinação do lixo e os locais de risco é de 8 Km, pois a partir daí os riscos de

contaminação aumentam consideravelmente. Os estados do PVF6.3 estão apresentados na Figura 47 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 18. A avaliação de uma ação que possua qualquer valor intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

• Estados do PVE6.3 - Distância entre Locais de Risco de Contaminações

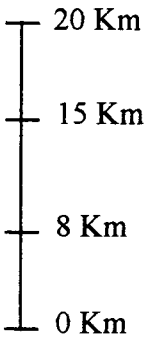


Figura 47. Estados do PVE6.3

Descritor para o PVE6.3 - Distância entre Locais de Risco de Contaminações		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	a distância entre os locais de risco de contaminações e a área de destinação final do lixo é de <u>20 Km</u>	≡≡
N3 (Nível Bom)	a distância entre os locais de risco de contaminações e a área de destinação final do lixo é de <u>15 Km</u>	≡≡
N2 (Nível Neutro)	a distância entre os locais de risco de contaminações e a área de destinação final do lixo é de <u>8 Km</u>	≡≡
N1	a distância entre os locais de risco de contaminações e a área de destinação final do lixo é de <u>0 Km</u>	≡≡

Tabela 18. Descritor para o PVE 6.3

O PVE6.4 - *Suscetibilidade da Área a Inundações e Alagamentos* - avalia se a área escolhida para a destinação final do lixo está sujeita a inundações e alagamentos ou não. Este descritor foi bastante simples, sendo que foram considerados apenas dois estados: o *melhor estado*, que neste caso será o nível bom, é quando a área escolhida para destinação final do lixo não está sujeita a inundações e alagamentos e o *pior estado*, que neste caso será o nível neutro, é quando a área escolhida para destinação final do lixo está sujeita a

inundações e alagamentos, o que causará o escoamento dos resíduos do lixo, poluindo o meio-ambiente e ocasionando doenças. Os estados do PVE6.4 estão apresentados na Figura 48 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 19.

• Estados do PVE6.4 - Suscetibilidade da Área a Inundações e Alagamentos

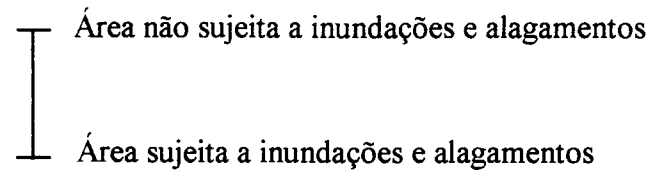


Figura 48. Estados do PVE6.4

Descritor para o PVE6.4 - Suscetibilidade da Área a Inundações e Alagamentos		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N2 (Nível Bom)	área para destinação final do lixo <u>não está sujeita</u> a inundações e alagamentos	I
N1 (Nível Neutro)	área para destinação final do lixo <u>está sujeita</u> a inundações e alagamentos	I

Tabela 19. Descritor para o PVE 6.4

O PVF 7 - *Desconforto da População* - este ponto de vista fundamental avalia os critérios técnicos que precisam ser obedecidos quando se escolhe uma área para destinação final do lixo com o objetivo de minimizar o desconforto da população. É composto por três pontos de vista elementares e foi operacionalizado através da construção de um descritor para cada um de seus pontos de vista elementares. É importante lembrar que os descritores já possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

O PVE7.1 - *Distância até Centros Habitados (Km)* - foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo e avalia a distância que seria adequada entre a área de destino final do lixo e os centros habitados. Foram determinados quatro estados para o PVE7.1, sendo que o *melhor estado* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e os centros habitados é de 5 Km e o *pior estado* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e os centros habitados é 0, ou seja, a área de destinação final

do lixo fica ao lado dos centros habitados, causando mau cheiro, proliferação de vetores, aumentando o risco de doenças e poluindo o ambiente. O *estado considerado bom* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e os centros habitados fica em torno de 3 Km e o *estado considerado neutro* é quando a distância entre a área de destinação final do lixo e os centros habitados fica em torno de 2 Km, distância mínima exigida pelas normas técnicas. Os estados do PVE7.1 estão apresentados na Figura 49 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 20. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

- **Estados do PVE7.1 - Distância até Centros Habitados (Km)**

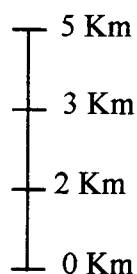


Figura 49. Estados do PVE7.1

Descritor para o PVE7.1 - Distância até Centros Habitados (Km)		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	a distância entre os centros habitados e a área de destinação final do lixo é de <u>5 Km</u>	≡
N3 (Nível Bom)	a distância entre os centros habitados e a área de destinação final do lixo é de <u>3 Km</u>	≡
N2 (Nível Neutro)	a distância entre os centros habitados e a área de destinação final do lixo é de <u>2 Km</u>	≡
N1	a distância entre os centros habitados e a área de destinação final do lixo é de <u>0 Km</u>	≡

Tabela 20. Descritor para o PVE 7.1

O PVE7.2 - *Medidas Mitigadoras de Impacto Ambiental* - avalia se são implantadas medidas mitigadoras de impacto ambiental ou não. Essas medidas precisam ser implantadas tanto para a construção de uma usina de lixo quanto para a construção de um aterro sanitário ou controlado e têm por objetivo minimizar o desconforto da população. São medidas que compreendem a impermeabilização do solo da área de destinação final do lixo, o tratamento de efluentes líquidos e gasosos, o controle de aeração forçada para a compostagem do lixo orgânico, o controle biológico de vetores, o revolvimento do pátio, as cortinas vegetais, que podem ser feitas com ciprestes e onde há um cálculo para a altura que as árvores precisam ter e de quantas fileiras são necessárias para desviar o mau cheiro, típico das áreas de destinação final do lixo. Este descritor foi bastante simples, sendo que foram considerados apenas dois estados: o *melhor estado*, que neste caso será o nível bom, é quando são implantadas medidas mitigadoras de impacto ambiental, e o *pior estado*, que neste caso será o nível neutro, é quando não são implantadas medidas mitigadoras de impacto ambiental. Os estados do PVE7.2 estão apresentados na Figura 50 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 21.

• Estados do PVE7.2 - Medidas Mitigadoras de Impacto Ambiental

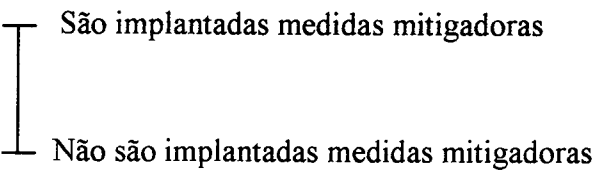


Figura 50. Estados do PVE7.2

Descritor para o PVE7.2 - Medidas Mitigadoras de Impacto Ambiental		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N2 (Nível Bom)	<u>são implantadas</u> medidas mitigadoras de impacto ambiental	I
N1 (Nível Neutro)	<u>não são implantadas</u> medidas mitigadoras de impacto ambiental	I

Tabela 21. Descritor para o PVE 7.2

O PVE7.3 - *Direção dos Ventos* - avalia se a direção predominante dos ventos é no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo, situação esta considerada a ideal para evitar que o mau cheiro proveniente das áreas de destinação final do lixo se dirija para a zona urbana. Foi operacionalizado através de um descritor indireto, quantitativo e contínuo. Indireto porque foi medido em função de quantos dias por ano o vento possui direção predominante no sentido zona urbana - área de destinação final do lixo, pois na verdade este tipo de medição do sentido dos ventos é feita a partir de instrumentos específicos. Mas, para escolher a área de destinação final do lixo e verificar o sentido predominante dos ventos, é feito um estudo, onde se analisa a maioria dos dias do ano que estejam em uma situação favorável, ou seja, com o sentido dos ventos sendo da zona urbana para a área de destinação final do lixo. Este estudo do sentido dos ventos é feito pelas estações climatológicas e, para a escolha da área de destinação final do lixo, analisam-se estes dados em um período médio de 60 anos. A partir disto, é que se escolhe-se o local onde serão construídas as cortinas vegetais para evitar o mau cheiro oriundo destes locais.

Foram determinados quatro estados para o PVE7.3, sendo que o *melhor estado* é quando a direção predominante do vento é 360 dias no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo e o *pior estado* é quando a direção predominante do vento é apenas 50 dias no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo, o que significa que, durante 10 meses/ano, a população terá que conviver com o mau cheiro oriundo da área de destinação final do lixo. O *estado considerado bom* é quando a direção predominante do vento é 300 dias no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo, ou seja, a população terá que conviver com o mau cheiro oriundo da área de destinação final do lixo por apenas 2 meses/ano. O *estado considerado neutro* é quando a direção predominante do vento é 150 dias no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo, ou seja, a população terá que conviver com o mau cheiro oriundo da área de destinação final do lixo durante 7 meses/ano. Os estados do PVE7.3 estão apresentados na Figura 51 abaixo e sua descrição através de níveis de impacto estão na Tabela 22. A avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear.

• Estados do PVE7.3 - Direção dos Ventos

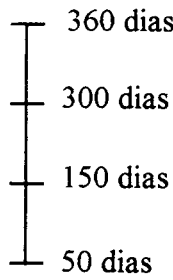


Figura 51. Estados do PVE7.3

Descritor para o PVE7.3 - Direção dos Ventos		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N4	a direção predominante dos ventos é <u>360 dias</u> no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo	≡
N3 (Nível Bom)	a direção predominante dos ventos é <u>300 dias</u> no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo	≡
N2 (Nível Neutro)	a direção predominante dos ventos é <u>150 dias</u> no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo	≡
N1	a direção predominante dos ventos é <u>50 dias</u> no sentido da zona urbana para a área de destinação final do lixo	≡

Tabela 22. Descritor para o PVE 7.3

O PVF 8 - Geração de Renda (Empregos) - este ponto de vista fundamental procura avaliar o impacto social, em termos de geração de renda, através de empregos que seriam gerados se o atual sistema de coleta e destino final do lixo da cidade de Pelotas fosse reavaliado e aperfeiçoado. Foi operacionalizado através de um descritor construído, combinando-se os estados admissíveis dos dois pontos de vista elementares determinados. Essas combinações estão apresentadas na Tabela 23, e na Tabela 24, é apresentada a hierarquização destas combinações possíveis dos estados, que foi feita com o auxílio do Algoritmo de Thompson. Somente após esta hierarquização é que foi possível apresentar o descritor em sua forma descritiva, através de níveis de impacto, conforme está apresentado na Tabela 25, e também identificar os níveis bom e neutro, que correspondem, respectivamente, aos níveis de impacto N8 e N5. É importante lembrar que os descritores já

possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior.

O PVE8.1 - Vantagens a Empresas que Reciclam Lixo Inorgânico - este ponto de vista elementar avalia os empregos que seriam gerados se o governo concedesse vantagens a empresas que reciclam lixo inorgânico, pois além deste fato ser de enorme impacto social, ainda iria proteger o meio-ambiente incentivando o reaproveitamento do lixo inorgânico. Foram determinados três estágios para o PVE8.1, sendo que o *melhor estado*, que aqui também será o nível bom, é quando o governo concede vantagens formais a empresas que reciclam lixo inorgânico, como por exemplo, isentá-las de impostos, e o *pior estado* é quando o governo não concede nenhum tipo de vantagens a empresas que reciclam o lixo inorgânico. O *estado considerado neutro* é quando o governo concede vantagens informais a empresas que reciclam lixo inorgânico, como, por exemplo, cedendo área física adequada para o seu funcionamento. Os estados do PVE8.1 estão apresentados na Figura 52 abaixo.

- **Estados do PVE8.1 - Vantagens a Empresas que Reciclam Lixo Inorgânico**

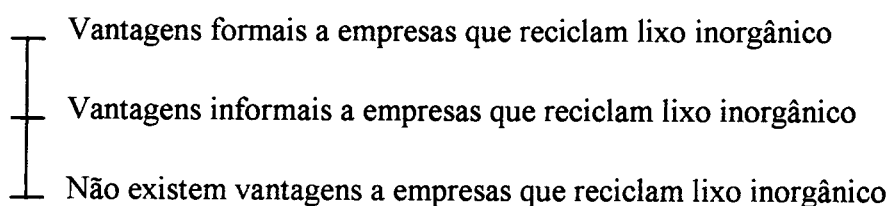


Figura 52. Estados do PVE8.1

O PVE8.2 - Incentivos a Cooperativas de Trabalho com Lixo Inorgânico - este ponto de vista elementar avalia os empregos que seriam gerados se o governo, ou até mesmo as entidades de classe, instituições de ensino e iniciativa privada incentivassem as cooperativas que trabalham com o lixo inorgânico. Este trabalho se refere a uma espécie de “pré-reciclagem”, que seria preparar o lixo inorgânico antes de conduzi-lo para as empresas recicladoras. Esta pré-reciclagem englobaria os serviços de separação, lavagem e trituração do lixo inorgânico, o que tornaria o transporte para as empresas recicladoras ainda mais econômico. A reciclagem de lixo propriamente dita é vista como um projeto futuro, onde as cooperativas também poderiam reciclar o lixo inorgânico. Mas, para que isto seja possível, são necessários equipamentos específicos, o que torna o projeto bem mais oneroso, pois estes equipamentos são caros e teriam que ser doados pelo governo ou pela iniciativa

privada. Portanto, em um primeiro momento, conseguindo-se viabilizar a formação de cooperativas que apenas trabalham preparando o lixo inorgânico para uma posterior reciclagem, já seria ótimo. Em Pelotas existe o Escritório Regional do Núcleo de Desenvolvimento da Zona Sul, que organizou um grupo técnico de apoio visando auxiliar a concretização de uma cooperativa de trabalho com o lixo inorgânico. O grupo é formado por uma economista da Secretaria Municipal de Indústria e Comércio, uma professora da Universidade Católica de Pelotas e por um técnico do SANEP (Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas), Sr. Édson Plá Monterroso, decisor deste trabalho, e tem como objetivo estudar a viabilidade da instalação desta cooperativa, que será formada por pessoas que trabalham na informalidade, na maioria catadores de papel, envolvendo o total de 120 famílias. O governo municipal cederia a área física necessária para o seu funcionamento.

Foram determinados três estágios para o PVE8.2, sendo que o *melhor estado*, que aqui também será o nível bom, é quando existem incentivos formais para as cooperativas, ou seja, as cooperativas recebem apoio efetivo do governo, como no caso relativo à cooperativa de trabalho com lixo inorgânico de Pelotas, em que a Secretaria de Indústria e Comércio se comprometeu em ajudar no projeto, contando ainda com recursos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), e o *pior estado* é quando não existe nenhum tipo de incentivo. O *estado considerado neutro* é quando existem incentivos informais para as cooperativas, como no caso da cooperativa de trabalho com lixo inorgânico de Pelotas, que recebe auxílio técnico do Escritório Regional do Núcleo de Desenvolvimento da Zona Sul. Os estados do PVE8.2 estão apresentados na Figura 53 abaixo.

• **Estados do PVE8.2 - Incentivos a Cooperativas de Trabalho com Lixo Inorgânico**

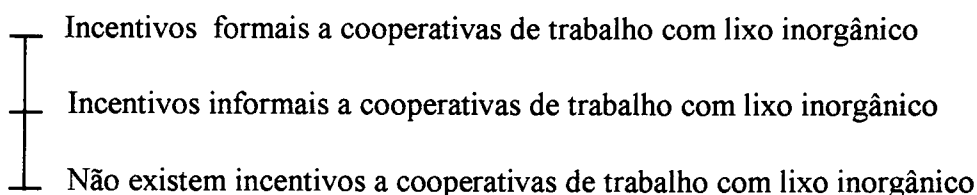


Figura 53. Estados do PVE8.2

• **Combinações Possíveis dos Estados do PVF 8**

Combinações	PVE8.1 - Vantagens a Empresas que Reciclam Lixo Inorgânico	PVE8.2 - Incentivos a Cooperativas de Trabalho com Lixo Inorgânico
C9	existem vantagens formais a empresas que reciclam lixo inorgânico	existem incentivos formais a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C8	existem vantagens formais a empresas que reciclam lixo inorgânico	existem incentivos informais a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C7	existem vantagens formais a empresas que reciclam lixo inorgânico	não existem incentivos a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C6	existem vantagens informais a empresas que reciclam lixo inorgânico	existem incentivos formais a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C5	existem vantagens informais a empresas que reciclam lixo inorgânico	existem incentivos informais a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C4	existem vantagens informais a empresas que reciclam lixo inorgânico	não existem incentivos a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C3	não existem vantagens a empresas que reciclam lixo inorgânico	existem incentivos formais a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C2	não existem vantagens a empresas que reciclam lixo inorgânico	existem incentivos informais a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico
C1	não existem vantagens a empresas que reciclam lixo inorgânico	não existem incentivos a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico

Tabela 23. Combinações Possíveis dos Estados do PVF 8

• **Hierarquização das Possíveis Combinações dos Estados do PVF 8**

	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	Σ
C9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
C8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	7
C7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	6
C6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	5
C5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	4
C4	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
C3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
C2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 24. Hierarquização das Possíveis Combinações do PVF 8



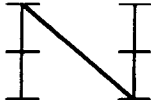
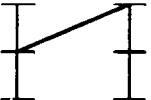


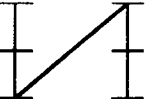
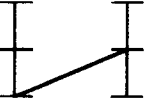

Descritor para o PVF8 - Geração de Renda (Empregos)		
Nível	Descrição	Representação Simbólica
N9	existem vantagens <u>formais</u> a empresas que reciclam lixo inorgânico e existem incentivos <u>formais</u> a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N8 (Nível Bom)	existem vantagens <u>formais</u> a empresas que reciclam lixo inorgânico e existem incentivos <u>informais</u> a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N7	existem vantagens <u>formais</u> a empresas que reciclam lixo inorgânico e <u>não existem</u> incentivos a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N6	existem vantagens <u>informais</u> a empresas que reciclam lixo inorgânico e existem incentivos <u>formais</u> a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N5 (Nível Neutro)	existem vantagens fiscais <u>informais</u> a empresas que reciclam lixo inorgânico e existem incentivos <u>informais</u> a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N4	existem vantagens <u>informais</u> a empresas que reciclam lixo inorgânico e <u>não existem</u> incentivos a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N3	<u>não existem</u> vantagens a empresas que reciclam lixo inorgânico e existem incentivos <u>formais</u> a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N2	<u>não existem</u> vantagens a empresas que reciclam lixo inorgânico e existem incentivos <u>informais</u> a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	
N1	<u>não existem</u> vantagens a empresas que reciclam lixo inorgânico e <u>não existem</u> incentivos a cooperativas que trabalham com lixo inorgânico	

Tabela 25. Descritor para o PVF8

O processo de estruturação do problema chega ao final com a construção dos descritores. De posse das informações que foram obtidas até aqui já se poderia obter um perfil de impacto das alternativas segundo todos os pontos de vista fundamentais. Seria

possível, portanto, concluir-se qual alternativa é melhor em qual ponto de vista. No entanto, ainda não seria possível afirmar quanto uma alternativa é melhor do que outra em determinado ponto de vista e, também, não seria possível saber qual é a melhor alternativa em termos globais. Parte-se agora para a fase de avaliação do modelo, que poderá então dar respostas a estas perguntas.

4.2 Avaliação

Esta seção apresenta a fase de avaliação do problema dentro da visão do modelo multicritério de apoio ao processo decisório e inicia-se com a construção das matrizes de juízos de valor e obtenção das escalas de valor cardinais dos pontos de vista. O passo seguinte é a determinação das taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais, seguido da determinação do perfil de impacto das alternativas. Finalmente, é feita uma análise dos resultados obtidos, assim como uma análise de sensibilidade para validar o modelo. O processo de validação do modelo vai permitir que se conheça quais são os aspectos onde é necessário um aperfeiçoamento do processo decisório.

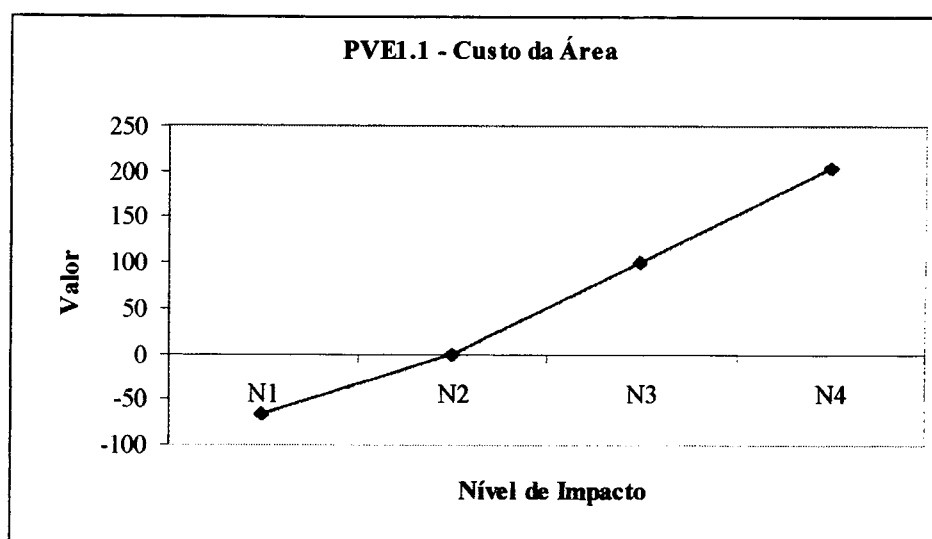
4.2.1 Construção das Matrizes de Juízos de Valor e Escalas de Valor Cardinais dos Pontos de Vista

A fase de estruturação do problema encerrou com a construção de descritores para os pontos de vista, cuja construção se fez necessária. A próxima etapa consiste em pedir ao decisor que emita seus juízos de valor no que se relaciona às diferenças de atratividade entre os níveis de impacto dos descritores para que se possa medir a atratividade parcial das alternativas. Esta etapa foi realizada com a utilização da metodologia MACBETH, cujo procedimento se inicia através da construção de matrizes de juízo de valor para cada um dos descritores construídos e, a partir disso, obtêm-se as escalas de valor cardinais que fornecem uma avaliação local das alternativas. Como se segue um modelo de agregação linear, antes de se construírem as matrizes de juízo de valor, fizeram-se testes de independência preferencial cardinal entre os pontos de vista, pois só assim o modelo teria validade.

De acordo com o que foi visto anteriormente, o PVF1 - Área Física - foi operacionalizado através da construção de descritores para os seus três pontos de vista elementares e, portanto, foi necessária a construção de matrizes de juízo de valor para cada um deles, resultando em uma escala para cada descritor. Os julgamentos de valor relacionados aos pontos de vista elementares em questão, não ofereceram maiores dificuldades ao decisor, assim como para validar a escala, uma vez que estes pontos de vista elementares foram operacionalizados através de descritores diretos, quantitativos e contínuos, fato este que ajuda a visualizar mais claramente a diferença de atratividade entre as ações. A Figura 54 abaixo mostra a matriz de juízos de valor, assim como a escala obtida através da metodologia MACBETH do PVE1.1 - Custo da Área, tanto na forma numérica como na forma gráfica. Também apresenta a escala corrigida, onde os níveis de impacto Bom e Neutro são ancorados nos valores 100 e 0, respectivamente. Este procedimento se fez necessário devido ao fato de a abordagem utilizada só fazer sentido se tiverem os níveis Bom e Neutro equivalentes, pois, do contrário, estar-se-iam comparando coisas diferentes. O software Hiview, que foi usado para auxiliar na análise e validação dos resultados, quando utiliza a escala fixa, fornece automaticamente o valor dos outros níveis de impacto. A apresentação das escalas corrigidas no formato gráfico auxiliou significativamente o decisor na validação das mesmas.

	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	3	5	6	100	203
N3		0	3	5	62	100
N2			0	2	25	0
N1				0	0	-68

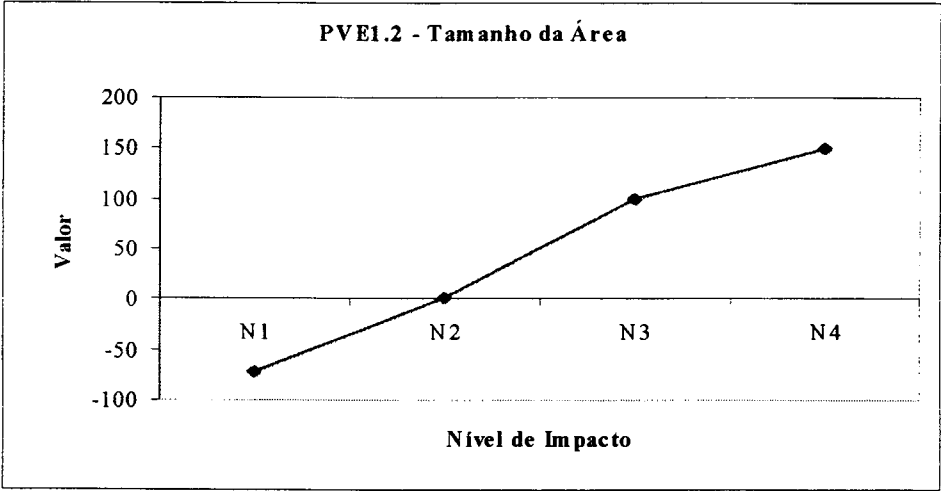
Figura 54. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE1.1



As matrizes de juízos de valor e as escalas obtidas através da metodologia MACBETH dos PVE1.2 - Tamanho da Área e PVE1.3 - Distância da Zona Urbana estão representadas abaixo, nas Figuras 55 e 56 respectivamente.

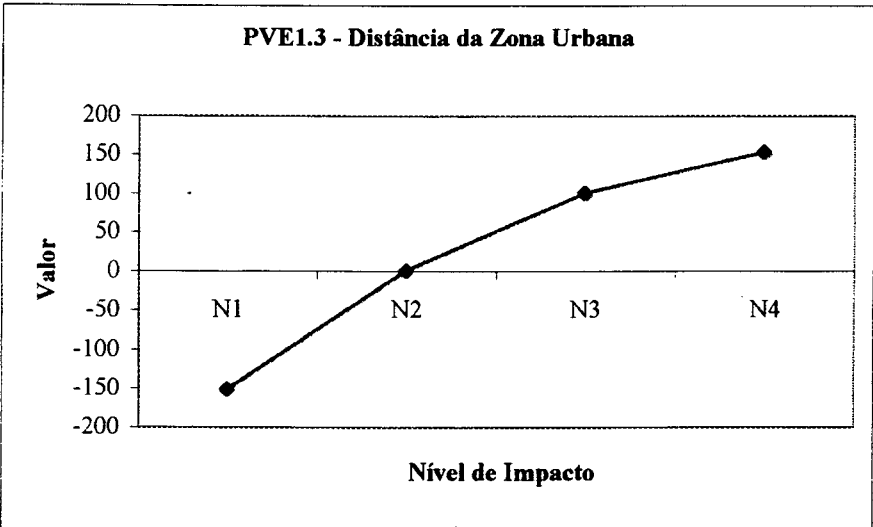
	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	2	4	6	100	149
N3		0	3	5	78	100
N2			0	2	33	0
N1				0	0	-73

Figura 55. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE1.2



	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	1	3	5	100	152
N3		0	2	4	83	100
N2			0	3	50	0
N1				0	0	-152

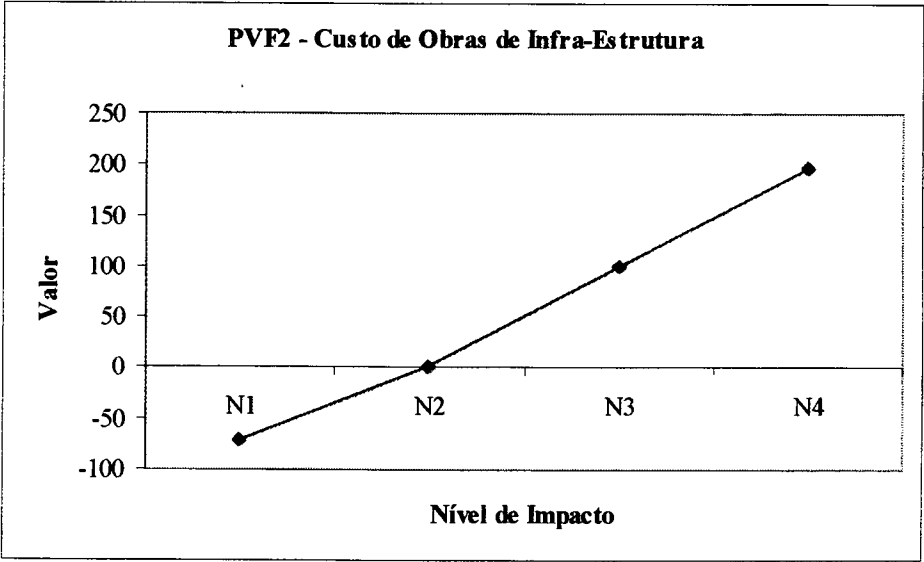
Figura 56. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE1.3



O trabalho de construção da matriz de juízos de valor para o PVF2 - Custo de Obras de Infra-Estrutura, representada na Figura 57 abaixo, também não ofereceu grandes dificuldades ao decisor, assim como na validação da escala, pois este ponto de vista fundamental, além de não possuir pontos de vista elementares, foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo.

	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	4	5	6	100	197
N3		0	4	5	64	100
N2			0	3	27	0
N1				0	0	-73

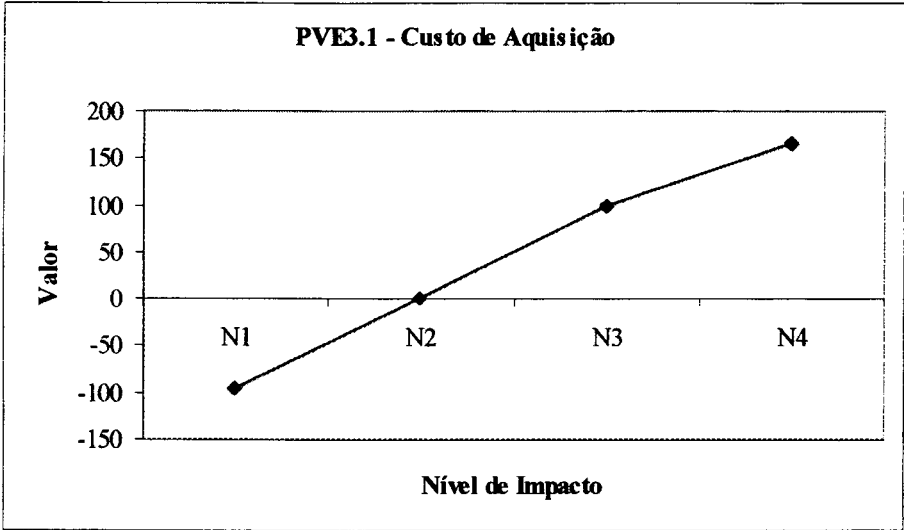
Figura 57. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVF2



O PVF3 - Equipamentos foi operacionalizado através da construção de descritores para os seus dois pontos de vista elementares e, portanto, construíram-se matrizes de juízo de valor para cada um deles, resultando em uma escala para cada descritor. Os julgamentos de valor relacionados aos pontos de vista elementares em questão não ofereceram maiores dificuldades ao decisor, assim como para validar a escala, uma vez que estes pontos de vista elementares foram operacionalizados através de descritores diretos, quantitativos e contínuos, fato este que ajuda a visualizar mais claramente a diferença de atratividade entre as ações. As Figuras 58 e 59 abaixo mostram, respectivamente, as matrizes de juízos de valor, assim como as escalas obtidas através da metodologia MACBETH dos PVE3.1 - Custo de Aquisição e PVE3.2 - Custo de Manutenção e Operação.

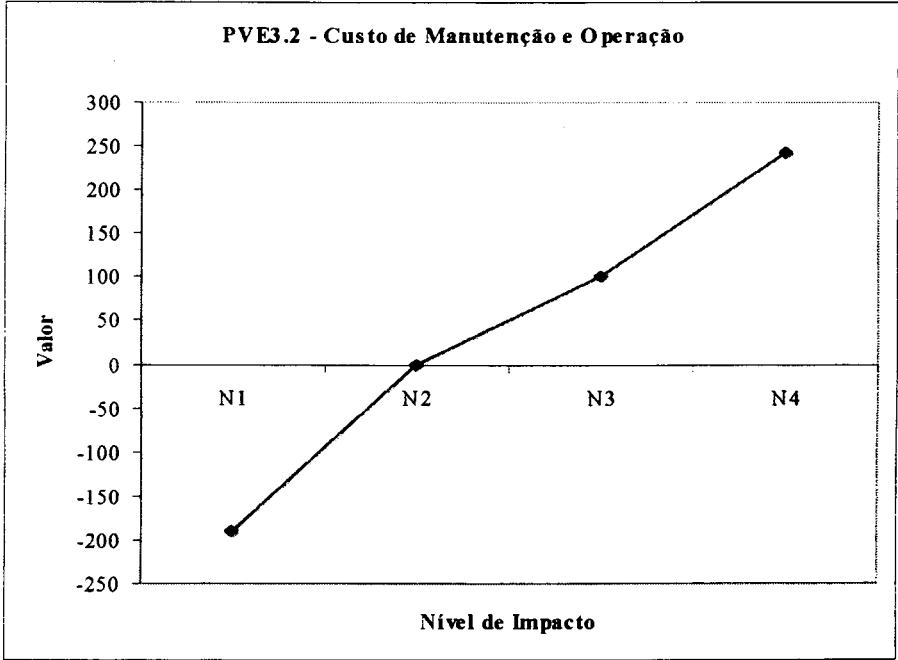
	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	2	4	6	100	166
N3		0	3	5	75	100
N2			0	3	37	0
N1				0	0	-97

Figura 58. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE3.1



	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	3	4	6	100	243
N3		0	2	5	67	100
N2			0	4	44	0
N1				0	0	-191

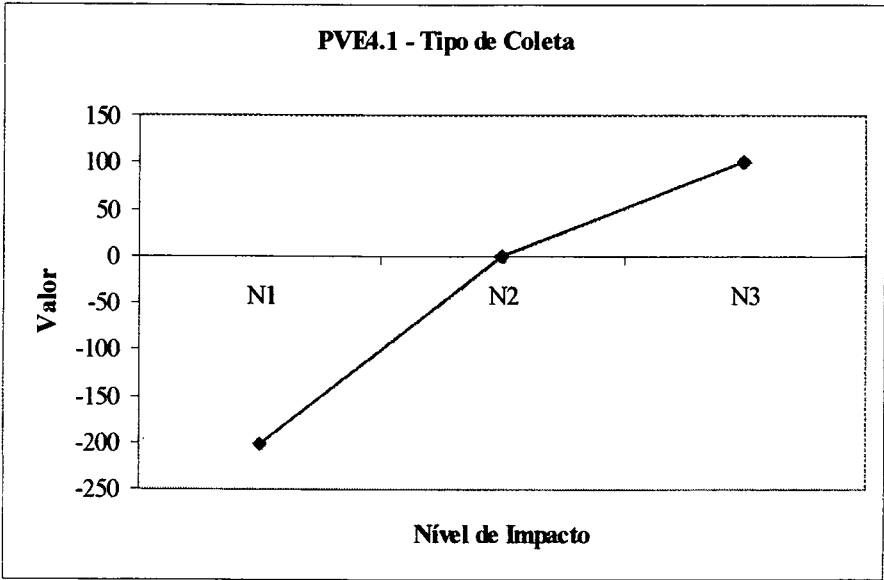
Figura 59. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE3.2



O PVF4 - Coleta foi operacionalizado através da construção de descritores para os seus dois pontos de vista elementares e, portanto, foi necessária a construção de matrizes de juízo de valor para cada um deles, resultando em uma escala para cada descritor. O PVE4.1 - Tipos de Coleta foi operacionalizado através de um descritor direto, qualitativo e discreto e o trabalho de construção da matriz de juízos de valor, assim como da validação da escala, que estão representadas na Figura 60 abaixo, foram bastante simples, pois este descritor possuía apenas três níveis.

	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N3	0	2	5	100	100
N2		0	4	67	0
N1			0	0	-203

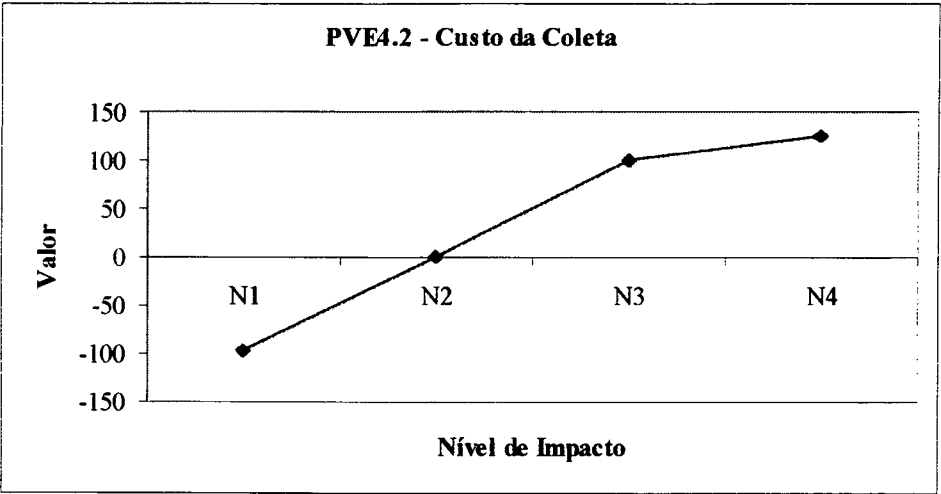
Figura 60. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE4.1



O PVE4.2 - Custo da Coleta foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo e a construção da matriz de juízos de valor, assim como a escala obtida através da metodologia MACBETH, podem ser visualizadas na Figura 61 abaixo.

	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	1	5	6	100	124
N3		0	4	6	89	100
N2			0	4	44	0
N1				0	0	-98

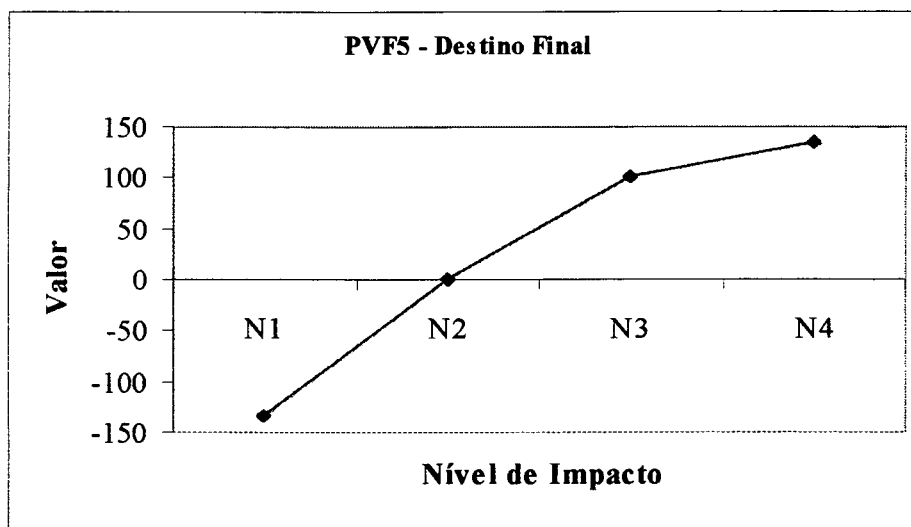
Figura 61. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE4.2



A Figura 62 mostra a matriz de juízos de valor e a escala obtida a partir destes julgamentos para o PVF 5 - Destino Final. Essa escala foi considerada pelo decisor muito representativa de seus sentimentos, pois realmente passar do nível N2 - fazer um aterro controlado para o nível N3 - fazer um aterro sanitário representa um ganho muito grande para a população no seu juízo de valor e está claramente expresso na escala (37 pontos de diferença).

	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	1	4	6	100	135
N3		0	3	5	87	100
N2			0	4	50	0
N1				0	0	-135

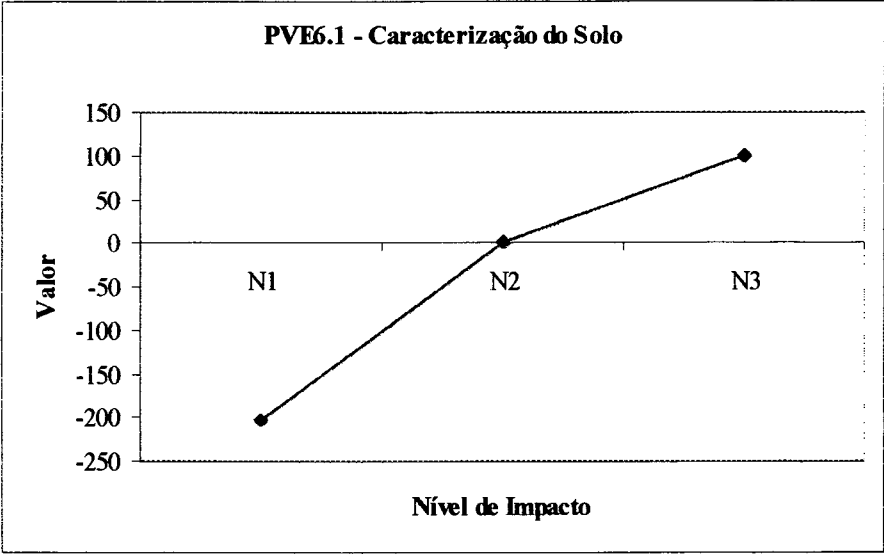
Figura 62. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVF5



O PVF6 - Impacto Ambiental foi operacionalizado através da construção de um descritor para cada um de seus quatro pontos de vista elementares. Os PVE6.1 - Caracterização do Solo e PVE6.2 - Contaminação por Efluentes Líquidos foram operacionalizados através de descritores diretos, qualitativos e discretos, possuindo apenas três níveis cada um deles. Este fato auxiliou na construção das matrizes de juízos de valor e também na validação das escalas, que estão representadas abaixo, nas Figuras 63 e 64 respectivamente. É interessante observar, no PVE6.2 - Contaminação por Efluentes Líquidos, Figura 64, que, segundo o julgamento de valores do decisor, é muito importante que exista tratamento para os efluentes líquidos. Esta importância pode ser vista através da diferença de atratividade entre a diferença de passar do Nível 3, onde existe tratamento de efluentes líquidos para o N2, onde não existe tratamento de efluentes, mas estes não escoam para locais de risco de contaminações.

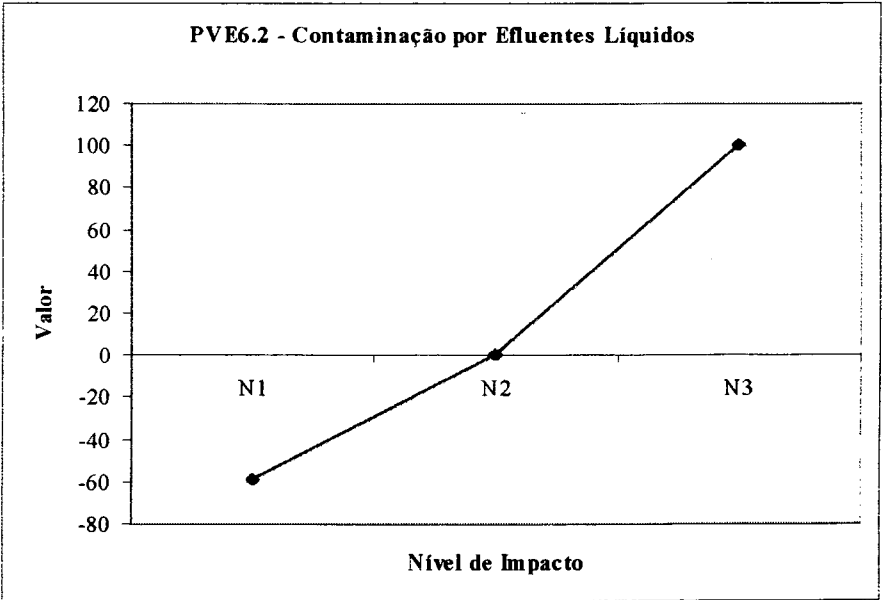
	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N3	0	2	5	100	100
N2		0	4	67	0
N1			0	0	-203

Figura 63. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE6.1



	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N3	0	5	6	100	100
N2		0	3	37	0
N1			0	0	-59

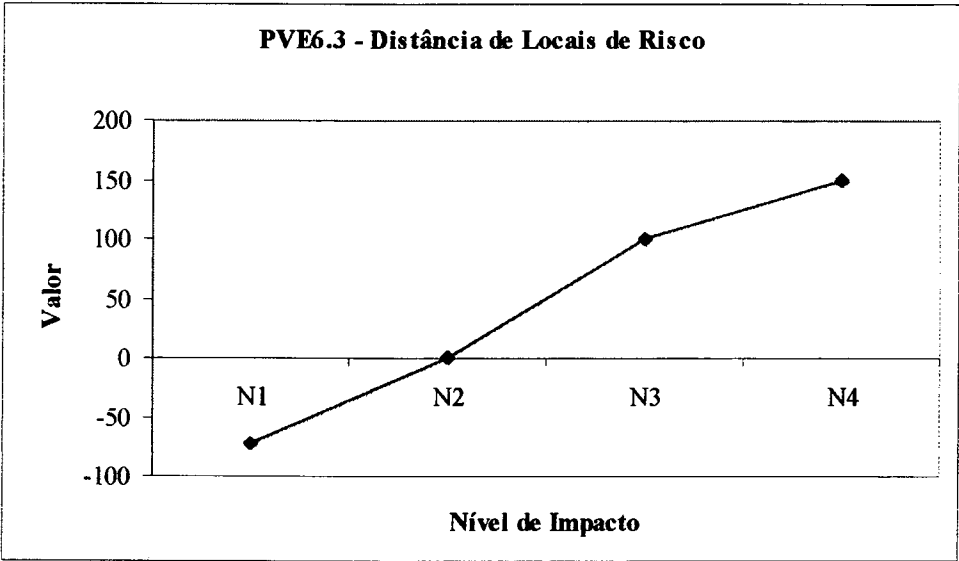
Figura 64. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE6.2



O PVE 6.3 - Distância de Locais de Risco foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo e a construção da matriz de juízos de valor, assim como a escala obtida através da metodologia MACBETH, podem ser visualizadas na Figura 65 abaixo.

	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	2	4	6	100	149
N3		0	3	5	78	100
N2			0	2	33	0
N1				0	0	-73

Figura 65. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE6.3



O trabalho de construção da matriz de juízos de valor não foi necessário para a determinação da escala de valor cardinal para o PVE6.4 - Suscetibilidade da Área a Inundações e Alagamentos, já que este PVE possui um descritor com apenas dois níveis de impacto. A metodologia MACBETH sempre atribui ao melhor nível de impacto o valor 100 e ao pior nível de impacto o valor 0. Desta forma, independentemente de qual fosse a diferença de atratividade entre os níveis de impacto do descritor construído para o PVE6.4, a escala resultante seria sempre a mesma. Apenas para fins de ilustração, a Figura 66 apresenta um gráfico da escala de valor para o PVE6.4.

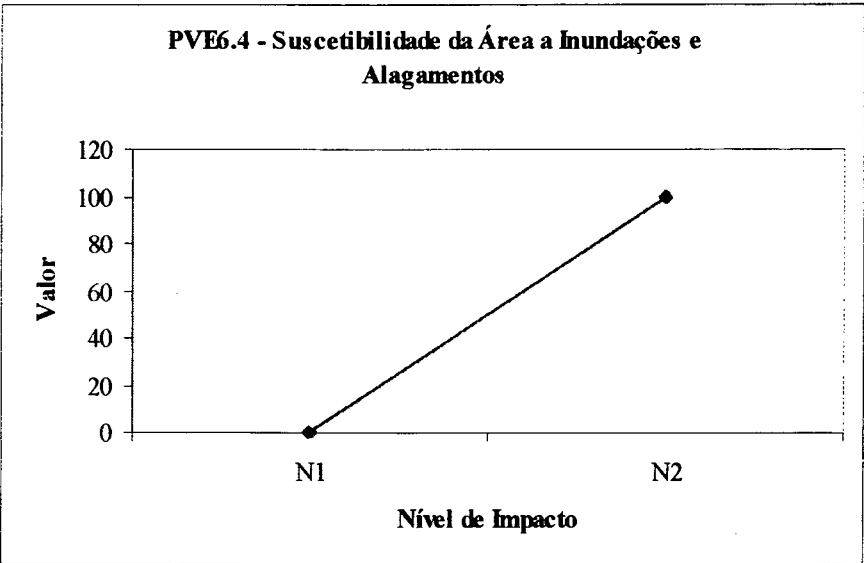
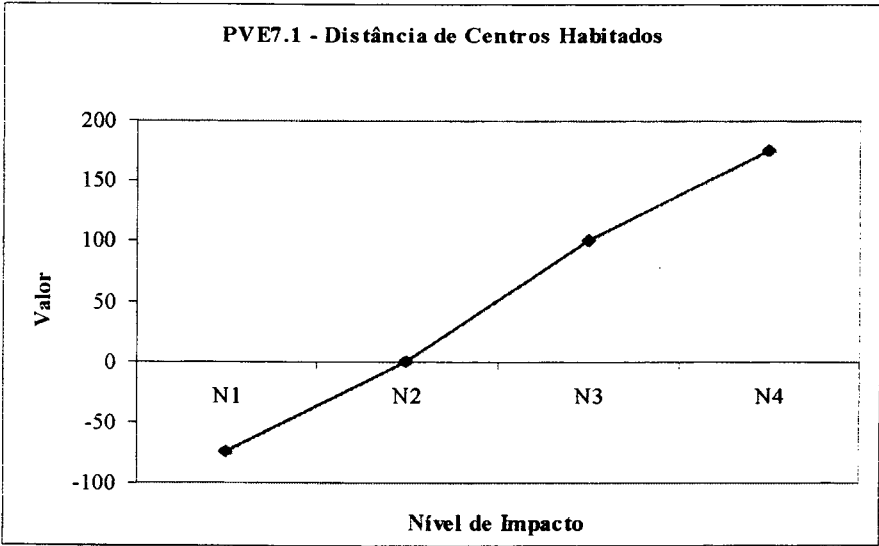


Figura 66. Escala de Valor Cardinal Para o PVE6.4.

O PVF7 - Desconforto da População foi operacionalizado através da construção de descritores para os seus dois pontos de vista elementares. O PVE7.1 - Distância de Centros Habitados foi operacionalizado através de um descritor direto, quantitativo e contínuo, fato este que não ofereceu maiores dificuldades na construção da matriz de juízos de valor, assim como na validação da escala, que estão representadas na Figura 67 abaixo.

	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	3	5	6	100	175
N3		0	4	5	70	100
N2			0	3	30	0
N1				0	0	-75

Figura 67. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE7.1



O trabalho de construção da matriz de juízos de valor não foi necessário para a determinação da escala de valor cardinal para o PVE7.2 - Medidas Mitigadoras, já que este PVE possui um descritor com apenas dois níveis de impacto. A metodologia MACBETH sempre atribui ao melhor nível de impacto o valor 100 e ao pior nível de impacto o valor 0. Desta forma, independentemente de qual fosse a diferença de atratividade entre os níveis de impacto do descritor construído para o PVE7.2, a escala resultante seria sempre a mesma. Apenas para fins de ilustração, a Figura 68 apresenta um gráfico da escala de valor para o PVE7.2.

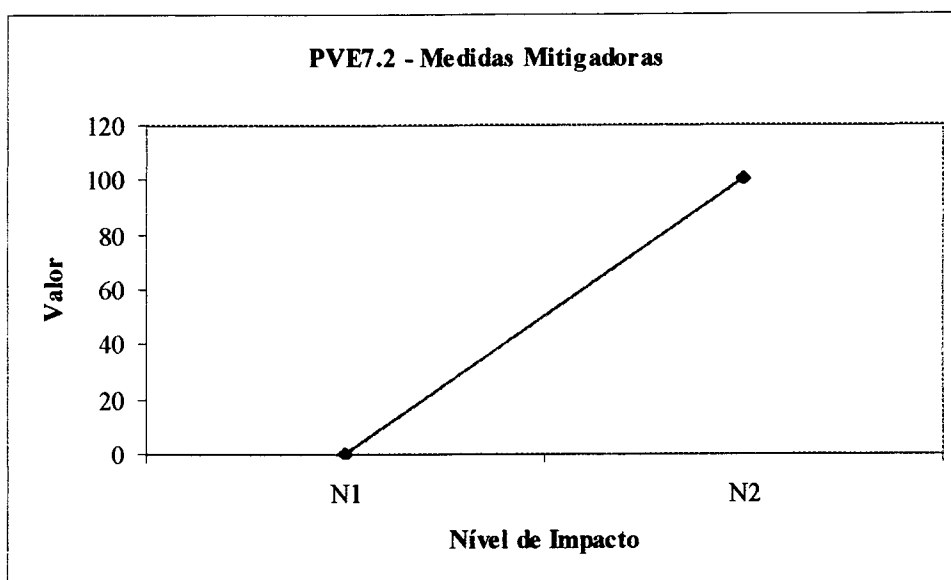
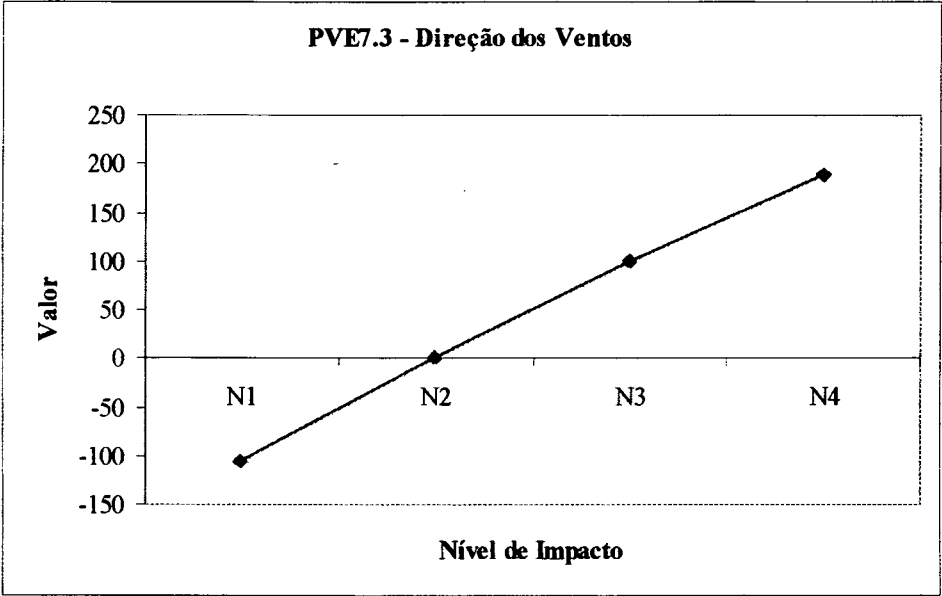


Figura 68. Escala de Valor Cardinal Para o PVE7.2

O PVE7.3 - Direção dos Ventos foi operacionalizado através de um descritor indireto, quantitativo e contínuo e a construção da matriz de juízos de valor, assim como a escala obtida através da metodologia MACBETH, podem ser visualizadas na Figura 69 abaixo.

	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N4	0	3	5	6	100	188
N3		0	4	5	70	100
N2			0	4	36	0
N1				0	0	-106

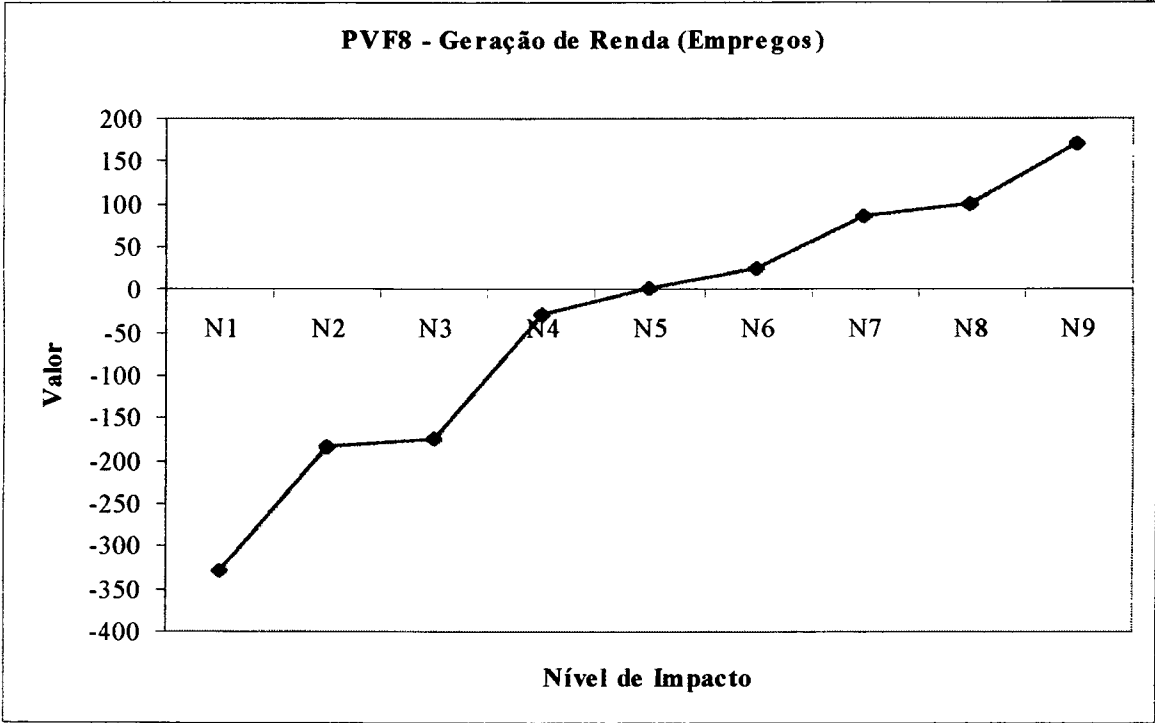
Figura 69. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVE7.3



O PVF8 - Geração de Renda (Empregos) - foi operacionalizado através de um descritor com nove níveis e, ainda, levando-se em consideração dois fatores simultaneamente. Por esta razão, este foi o único ponto de vista onde os julgamentos de valor exigiram um grau maior de concentração por parte do decisor. Porém, apesar das dificuldades, foi construída uma matriz de juízos de valor com apenas uma inconsistência cardinal, que foi facilmente reavaliada pelo decisor. A escala que resultou da construção desta matriz está representada na Figura 70 abaixo. A Tabela 26 apresenta todos os descritores com os níveis de impacto e respectiva pontuação corrigida, onde se pode obter uma visão global dos descritores.

	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	Escala Macbeth	Escala Corrigida
N9	0	1	2	2	3	3	5	5	6	100	170
N8		0	1	1	2	2	4	4	6	86	100
N7			0	1	2	2	4	4	6	83	85
N6				0	1	1	3	3	5	71	25
N5					0	1	3	3	5	66	0
N4						0	2	2	5	60	-30
N3							0	1	2	31	-175
N2								0	2	29	-185
N1									0	0	-330

Figura 70. Matriz de Juízos de Valor e Escala Para o PVF8



PONTOS DE VISTA	NÍVEL DE IMPACTO								
	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
PVE1.1						203	100	0	-68
PVE1.2						149	100	0	-73
PVE1.3						152	100	0	-152
PVF2						197	100	0	-73
PVF3.1						166	100	0	-97
PVF3.2						243	100	0	-191
PVF4.1							100	0	-203
PVF4.2						124	100	0	-98
PVF5						135	100	0	-135
PVE6.1							100	0	-203
PVE6.2							100	0	-59
PVE6.3						149	100	0	-73
PVE6.4								100	0
PVE7.1						175	100	0	-75
PVE7.2								100	0
PVE7.3						188	100	0	-106
PVF8	170	100	85	25	0	-30	-175	-185	-330

Tabela 26. Resumo de Todos descritores com Níveis de Impacto e Respectiva Pontuação Corrigida.

Nos procedimentos aqui apresentados foram construídas escalas de valor cardinais sobre todos os descritores do problema, fato este que possibilitou uma avaliação local das alternativas. Porém, para que seja possível uma avaliação global das mesmas, é necessário se obterem informações inter-pontos de vista, ou seja, as taxas de substituição que irão harmonizar os valores parciais entre os diferentes pontos de vista, permitindo a transformação de unidades locais em unidades globais.

4.2.2 Determinação das Taxas de Substituição

Para obter-se a avaliação global das alternativas, duas etapas tiveram que ser desenvolvidas. A primeira etapa consiste na obtenção de taxas de substituição entre os pontos de vista elementares, nos pontos de vista fundamentais, quando se fez necessária a construção de um descritor para cada ponto de vista elementar. Estas taxas possibilitaram a construção de um mini-modelo de agregação, um mini-MACBETH, para que se pudesse

gerar uma avaliação das alternativas segundo o ponto de vista fundamental em questão. A segunda etapa consiste na obtenção das taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais. A determinação das taxas de substituição foi feita, inicialmente, através da ordenação dos pontos de vista que estavam sendo analisados, utilizando-se, para isto, os níveis de impacto bom e neutro dos descritores destes pontos de vista para os julgamentos. Logo após, foi construída uma matriz de juízos de valor com o objetivo de gerar uma escala que, normalizada, forneceu as taxas de substituição entre estes pontos de vista.

Então, no PVF1 - Área Física, onde foram construídos três descritores e, conseqüentemente, três escalas de valor, houve a necessidade de agregar as três avaliações sobre os pontos de vista elementares, para que fosse possível obter uma avaliação local das alternativas.

O procedimento de determinação das taxas de substituição entre estes pontos de vista teve seu início através da seguinte pergunta: Sr. Decisor, estando os PVE1.1. e PVE1.2 ambos no nível neutro, seria mais atrativo passar para o nível bom no PVE1.1 ou no PVE1.2, mantendo um nível constante em todos os demais pontos de vista?

A Figura 71 ilustra graficamente este questionamento para facilitar a sua interpretação. De acordo com a Figura 71, observa-se que esta pergunta é feita ao decisor com o objetivo de saber-se qual das duas hipóteses (representada pelas duas diagonais) lhe é mais atrativa. Este tipo de comparação foi feita com todos os três pontos de vista elementares, de maneira que fosse possível preencher uma matriz de ordenação de pontos de vista, conforme Tabela 27 abaixo. Feito isso, foi possível determinar qual ponto de vista elementar era considerado mais importante entre os três que formaram o PVF1. Como podemos observar, o PVE1.1 foi considerado o mais importante, seguido do PVE1.2, e o PVE1.3 foi considerado o de menor importância relativa entre os três.

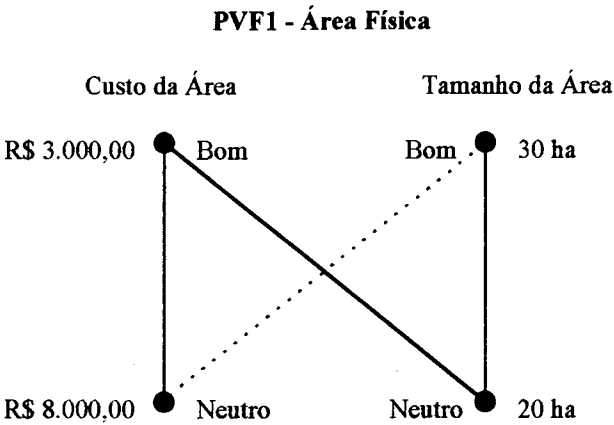


Figura 71. Escolha entre (PVE1.1-Bom, PVE1.2-Neutro) versus (PVE1.1-Neutro, PVE1.2-Bom) Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF1.

Após a ordenação dos pontos de vista elementares, uma matriz de juízos de valor foi construída para determinar as taxas de substituição entre estes três pontos de vista elementares, possibilitando desta forma agregar as avaliações parciais e obter uma avaliação das alternativas a respeito da Área Física para projetos de aperfeiçoamento.

	PVE1.1	PVE1.2	PVE1.3	Σ
PVE1.1	-	1	1	2
PVE1.2	0	-	1	1
PVE1.3	0	0	-	0

Tabela 27. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF1 - Área Física

A Tabela 28 abaixo mostra a matriz de juízos de valor que gerou as taxas de substituição entre os pontos de vista elementares formadores do ponto de vista fundamental Área Física. Pode-se observar que o PVE1.1 - Custo da Área foi considerado o mais importante, sendo responsável por 54% do PVF1 - Área Física.

	PVE1.1	PVE1.2	PVE1.3	A0	Esc. Macbeth	Tx. Subst.
PVE1.1	0	3	5	6	100	54%
PVE1.2		0	3	5	62	33%
PVE1.3			0	2	25	13%
A0				0	0	0

Tabela 28. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF1 - Área Física

Todos estes procedimentos foram repetidos para os PVF3 - Equipamentos (Tabelas 29 e 30), PVF4 - Coleta (Tabelas 31 e 32), PVF6 - Impacto Ambiental (Tabelas 33 e 34) e PVF7 - Desconforto da População (Tabelas 35 e 36) para se determinarem as taxas de

substituição entre os pontos de vista elementares destes pontos de vista fundamentais. As Tabelas abaixo mostram as matrizes de ordenação, assim como as matrizes de juízos de valor que geraram as taxas de substituição para os pontos de vista elementares que compunham os seus respectivos pontos de vista fundamentais.

	PVE3.1	PVE3.2	Σ
PVE3.1	-	1	1
PVE3.2	0	-	0

Tabela 29. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF3 - Equipamentos

	PVE3.1	PVE3.2	A0	Esc. Macbeth	Tx. Subst.
PVE3.1	0	5	6	100	73%
PVE3.2		0	3	37	27%
A0			0	0	0

Tabela 30. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF3 - Equipamentos

	PVE4.1	PVE4.2	Σ
PVE4.1	-	0	0
PVE4.2	1	-	1

Tabela 31. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF4 – Coleta

	PVE4.2	PVE4.1	A0	Esc. Macbeth	Tx. Subst.
PVE4.2	0	2	5	100	60%
PVE4.1		0	4	67	40%
A0			0	0	0

Tabela 32. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF4 – Coleta

	PVE6.1	PVE6.2	PVE6.3	PVE6.4	Σ
PVE6.1	-	1	1	1	3
PVE6.2	0	-	0	0	0
PVE6.3	0	1	-	1	2
PVE6.4	0	1	0	-	1

Tabela 33. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF6 – Impacto Ambiental

	PVE6.1	PVE6.3	PVE6.4	PVE6.2	A0	Esc. Macbeth	Tx. Subst.
PVE6.1	0	3	4	5	6	100	34%
PVE6.3		0	3	5	6	83	28%
PVE6.4			0	4	5	67	23%
PVE6.2				0	5	42	15%
A0					0	0	0

Tabela 34. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF6 - Impacto Ambiental

	PVE7.1	PVE7.2	PVE7.3	Σ
PVE7.1	-	1	1	2
PVE7.2	0	-	1	1
PVE7.3	0	0	-	0

Tabela 35. Matriz de Ordenação Para os PVE's Constituintes do PVF7 – Desconforto da População

	PVE7.1	PVE7.2	PVE7.3	A0	Esc. Macbeth	Tx. Subst.
PVE7.1	0	2	4	6	100	47%
PVE7.2		0	3	5	78	37%
PVE7.3			0	2	33	16%
A0				0	0	0

Tabela 36. Matriz de Juízos de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVE's que Formam o PVF7 - Desconforto da População

A partir da determinação das taxas de substituição para os pontos de vista elementares onde foram construídos descritores, podem-se agora avaliar as ações localmente sobre cada um dos pontos de vista fundamentais do problema. Mas, para obter-se uma avaliação global das alternativas, é preciso determinarem-se as taxas de substituição entre estes pontos de vista fundamentais. O procedimento de obtenção destas taxas é idêntico ao apresentado anteriormente para os pontos de vista elementares.

Os questionamentos feitos ao decisor podem ser verificados através da visualização da Figura 72 abaixo como base, utilizando-se, como exemplo, os julgamentos de valor entre o PVF7 - Desconforto da População e o PVF1 - Área Física. Foi feita, então, a seguinte pergunta ao decisor: Sr. Decisor, estando os PVF7 e PVF1 ambos no nível neutro, seria mais atrativo passar para o nível bom no PVF7 ou no PVF1, mantendo um nível constante em todos os demais pontos de vista? Esta pergunta teve como objetivo identificar qual das duas hipóteses (representada pelas duas diagonais) lhe era mais atrativa. É importante observar que nos pontos de vista fundamentais formados por pontos de vista elementares isoláveis, no momento de se realizarem os julgamentos de valores, os níveis de impacto bom e neutro dos descritores foram agrupados, o que pode ser visto na Figura 72.

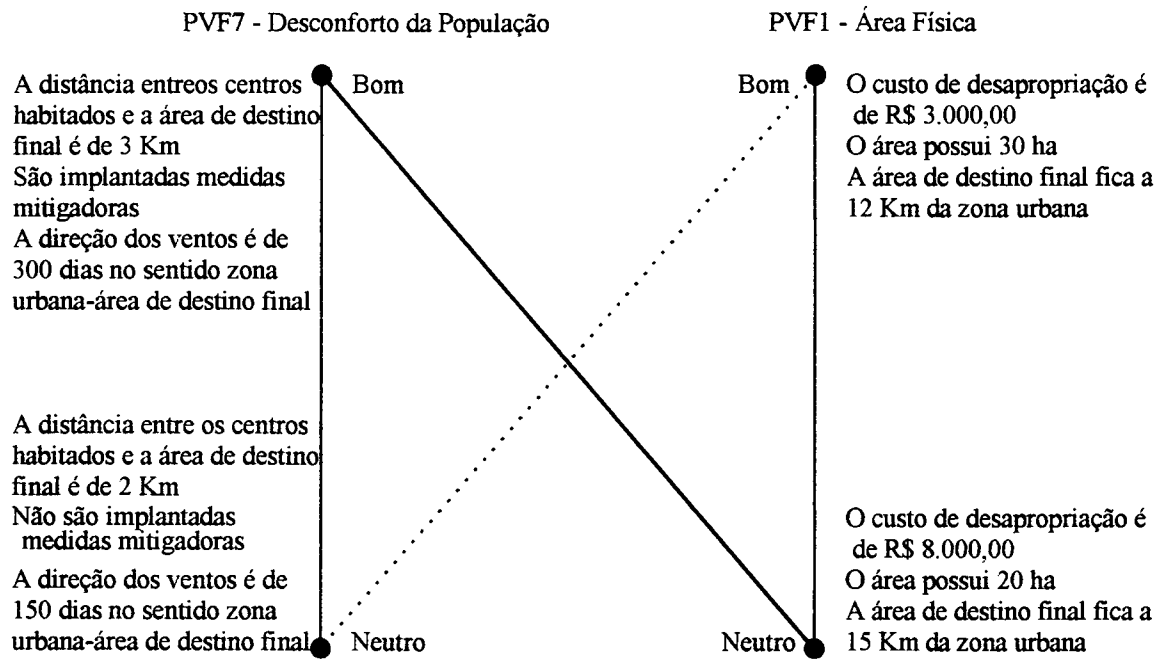


Figura 72. Escolha Entre (PVF7-Bom, PVF1-Neutro) versus (PVF7-Neutro, PVF1-Bom) Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os Pontos de Vista Fundamentais

A partir dos julgamentos de valor do decisor, conforme exemplo acima, foi construída a matriz de ordenação dos pontos de vista fundamentais, mostrada na Tabela 37 abaixo. Como se pode observar, o PVF6 - Impacto Ambiental foi considerado o mais importante e o PVF7 - Desconforto da População, o segundo mais importante.

	PVF1	PVF2	PVF3	PVF4	PVF5	PVF6	PVF7	PVF8	Σ
PVF1		1	1	1	1	0	0	1	5
PVF2	0		0	0	0	0	0	1	1
PVF3	0	1		0	0	0	0	1	2
PVF4	0	1	1		0	0	0	1	3
PVF5	0	1	1	1		0	0	1	4
PVF6	1	1	1	1	1		1	1	7
PVF7	1	1	1	1	1	0		1	6
PVF8	0	0	0	0	0	0	0		0

Tabela 37. Matriz de Ordenação dos Pontos de Vista Fundamentais

A matriz de juízos de valor para a determinação das taxas de substituição entre os pontos de vista fundamentais foi construída a partir desta ordenação. A Tabela 38 mostra a construção da matriz de juízos de valor, assim como os resultados obtidos.

	PVF6	PVF7	PVF1	PVF5	PVF4	PVF3	PVF2	PVF8	A0	Mac.	Tx. Subst.
PVF6	0	1	3	3	3	4	5	6	6	100	25%
PVF7		0	2	2	3	3	4	5	5	85	21%
PVF1			0	1	2	2	3	3	4	62	15%
PVF5				0	1	1	2	3	3	51	13%
PVF4					0	1	1	2	3	40	10%
PVF3						0	1	1	2	31	8%
PVF2							0	1	1	20	5%
PVF8								0	1	11	3%
A0									0	0	0

Tabela 38. Matriz de Juízo de Valor Para Determinação das Taxas de Substituição Entre os PVF's.

4.2.3 Determinação do Perfil de Impacto das Alternativas

Como o decisor julgou que todos os impactos eram pontuais, a determinação do perfil de impacto das alternativas analisadas no trabalho não apresentou maiores dificuldades na sua realização.

Foram analisadas duas alternativas possíveis para aperfeiçoar o sistema de coleta e destino final do lixo doméstico de Pelotas, sendo que a primeira alternativa será chamada de “Ação 1” e a segunda de “Ação 2”. O objetivo do trabalho era aperfeiçoar o sistema de coleta e destino final do lixo doméstico e, portanto, não se restringia apenas a encontrar um local apropriado para o destino final do lixo, mas a muitas outras situações, como por exemplo, como será feita a coleta do lixo? Dependendo do tipo de coleta do lixo e do destino final que será dado a este, quantos empregos poderão ser gerados e quantas novas pequenas empresas poderão surgir? Portanto, os PVF1 - Área Física, PVF2 - Custo de Obras de Infra-Estrutura, PVF5 - Destino Final, PVF6 - Impacto Ambiental e PVF7 - Desconforto da População têm suas avaliações diretamente ligadas com o local que será escolhido para o destino final do lixo, mas, por exemplo, o PVF3 - Equipamentos avalia tanto equipamentos para o aperfeiçoamento da coleta de lixo como para a destinação final do lixo. Foi por este motivo que se resolveu colocar como alternativas analisadas “Ação 1” e “Ação 2”, pois o aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico foi avaliado sob diversos enfoques.

Também foram criadas duas alternativas fictícias de possíveis localizações e que foram definidas a partir dos níveis de impacto considerados Bom (representa um bom local

na opinião do decisor) e Neutro (representa um local que não é nem atrativo e nem repulsivo na opinião do decisor) em todos os descritores.

O decisor identificou os níveis de impacto que melhor descreviam as alternativas para cada ponto de vista onde houve a necessidade da construção de descritores e, a partir da determinação destes níveis de impacto, foram determinados, através das escalas de valor cardinais, quantos pontos as alternativas obtiveram nos pontos de vista. A Tabela 39 mostra o perfil de impacto das duas ações analisadas, já incluindo a avaliação local segundo cada um dos pontos de vista, e a Figura 73 apresenta graficamente essas ações. Também foram acrescentadas as avaliações locais das alternativas fictícias, que serão úteis para fins de comparação das alternativas reais com níveis de referência padrão durante a fase de análise dos resultados. É interessante observar que, em alguns pontos de vista, não existem níveis de impacto. Isto se deve ao fato de que estes pontos de vista foram operacionalizados através de descritores contínuos e o valor das ações das alternativas analisadas ficaram entre os níveis de impacto e, portanto, foram calculados por meio de uma interpolação linear. Foi apresentada a escala MACBETH corrigida, onde os níveis de impacto Bom e Neutro são ancorados nos valores 100 e 0, respectivamente. Este procedimento se fez necessário devido ao fato de a abordagem utilizada só fazer sentido se os níveis Bom e Neutro forem equivalentes. O software Hiview, que foi utilizado para auxiliar na análise e validação dos resultados, quando utiliza a escala fixa, fornece automaticamente o valor dos níveis de impacto de novas alternativas que vão sendo acrescentadas ao modelo.

O trabalho de construção do modelo multicritério de apoio à decisão foi finalizado com a determinação do perfil de impacto das alternativas. Através do perfil de impacto é possível obter-se uma avaliação local das alternativas segundo cada ponto de vista. Também podem-se agregar estas avaliações locais de maneira a se obter uma avaliação global das alternativas, uma vez que já foram obtidas todas as taxas de substituição necessárias.

PVF	PVE	Bom	Neutro	Ação 1	Ação 2
1	1.1	N3 100	N2 0	141	119
	1.2	N3 100	N2 0	69	20
	1.3	N3 100	N2 0	67	-52
2		N3 100	N2 0	84	59
3	3.1	N3 100	N2 0	55	-53
	3.2	N3 100	N2 0	59	30
4	4.1	N3 100	N2 0	N2 0	N2 0
	4.2	N3 100	N2 0	89	89
5		N3 100	N2 0	N1 -135	N1 -135
6	6.1	N3 100	N2 0	N1 -203	N2 0
	6.2	N3 100	N2 0	N2 0	N2 0
	6.3	N3 100	N2 0	0	87
	6.4	N2 100	N2 0	N2 100	N2 100
7	7.1	N3 100	N2 0	N2 0	N2 0
	7.2	N2 100	N2 0	N1 0	N1 0
	7.3	N3 100	N2 0	19	46
8		N8 100	N5 0	N2 -185	N2 -185

Tabela 39. Perfil de Impacto das Alternativas Analisadas (Escala Corrigida)

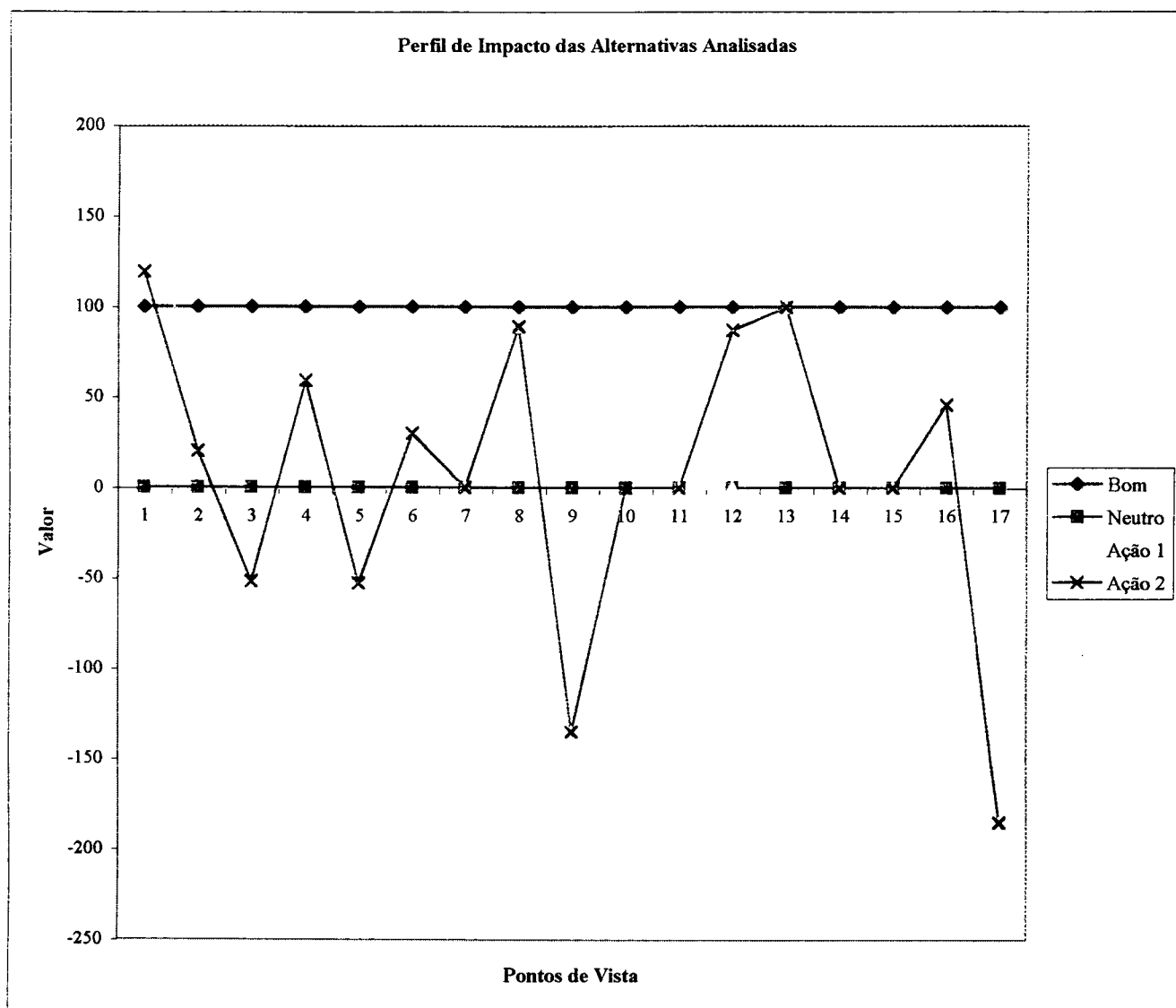


Figura 73. Gráfico do Perfil de Impacto das Alternativas Analisadas

4.2.4 Análise dos Resultados

Serão mostrados os resultados finais do processo de avaliação das alternativas assim como as diversas possibilidades de análise de sensibilidade possíveis de ser realizadas. Este procedimento de análise e validação dos resultados é um processo iterativo, que foi realizado junto ao decisor com o auxílio do software Hiview for Windows.

A Figura 74 apresenta a avaliação global das alternativas. Pode-se observar através do sinal negativo existente na última linha da quarta coluna, que a Ação1 é globalmente pior do que a Ação 2.

Sist. Coleta e Destino Final Nde						
Add						
BRANCH	Wt	Neutro		Ação 2		CumWt
		Bom		Ação 1		
Implant	28	100	0	89	36	28.0
Operação	23	100	0	-53	-53	23.0
Preser. S. P.	46	100	0	-24	29	46.0
* Ger.Renda	3	100	0	-185	-185	3.0
TOTAL		100	0	-4	6	100.0

Figura 74. Avaliação Global das Alternativas

Na Figura 75 é mostrado um outro tipo de análise, onde são apresentadas as diferenças de pontuação entre o nível de impacto da ação que está sendo analisada (Ação 2) e a ação fictícia considerada boa, ou seja, que possui o melhor nível dos descritores para todos os pontos de vista fundamentais. Pode-se observar que nos primeiros pontos de vista elementares (Contaminação por Efluentes Líquidos, Medidas Mitigadoras, Distância de Centros Habitados e Tipo de Coleta) a diferença do nível de impacto da Ação 2 e da ação considerada boa é 100 pontos, como indica a coluna numérica central da Figura 74. Esta diferença de 100 pontos indica que, nestes pontos de vista, a Ação 2 possui nível de impacto N1, não recebendo, portanto, nenhum ponto. Já no ponto de vista elementar “Susceptibilidade da Área a Inundações e Alagamentos”, a diferença de atratividade entre as duas alternativas é nula, ou seja, neste ponto de vista a Ação 2 foi definida como uma ação boa. No ponto de vista elementar “Custo da Área” a diferença de atratividade entre as duas alternativas foi negativa, o que indica que a Ação 2 foi superior à ação considerada boa.

A primeira coluna numérica à esquerda da Figura 75 apresenta a taxa de substituição dos pontos de vista, enquanto que a última coluna à direita informa a diferença de pontuação na escala global, ou seja, 100 pontos de diferença no ponto de vista contaminação por efluentes líquidos, que possui uma taxa de substituição global de 3,8%, que correspondem a uma diferença de pontuação global de 3,75 pontos. Este tipo de análise é importante, pois determina quais pontos de vista vão proporcionar um benefício maior, caso se tome alguma ação corretiva e se passe a ter o melhor nível do descritor como indicador de impacto.

Bom vs Ação 2					
	MDL ORDER	CUMWT	DIFF	WTD	
Imp.Amb.	Contaminaç	3.8	100	3.75	—
Desc.Popul.	Medidas Mit	7.8	100	7.77	—
Desc.Popul.	Dist.Cen.Habi.	9.9	100	9.87	—
Coleta	Tipo	4.0	100	4.00	—
Área	Tamanho	4.9	80	3.96	—
Equip.	C.Op.Man.	2.2	70	1.50	—
Desc.Popul.	Dir.Ventos	3.4	54	1.82	—
Implant	Custo IE	5.0	41	2.03	—
Imp.Amb.	Dist.Loc.Ris	7.0	13	0.93	—
Coleta	Custo	6.0	11	0.67	—
Imp.Amb.	Inund.Alag.	5.8	0	0.00	—
Área	Custo	8.1	-19	-1.53	—
		100.0		94.25	

Figura 75. Diferença de Pontuação entre a Ação 2 e a Ação considerada Boa.

Para analisarem-se os resultados da avaliação das alternativas, também foram utilizados os mapas de dominância. A Figura 76 mostra um mapa construído para os pontos de vista fundamentais PVF1 - Área Física e PVF2 - Custo de Obras de Infra-Estrutura. A análise do mapa mostra que, para os dois pontos de vista fundamentais, a Ação 1 possui melhor performance que a Ação 2. Inclusive, em relação ao PVF1 - Área Física, a Ação 1 superou as expectativas do decisor, ficando além do nível considerado bom. Em relação ao PVF2 - Custo de Obras de Infra-Estrutura, a Ação 1 possui uma pontuação ótima, mas abaixo do nível bom. Como a Ação 1 está sobre a fronteira da área hachurada, significa que, para estes dois pontos de vista fundamentais em questão, a Ação 1 não é dominada por nenhuma outra. Já a Ação 2, para os pontos de vista fundamentais em questão, é uma ação dominada, pois está dentro da área hachurada, porém está bem acima do nível considerado neutro pelo decisor.

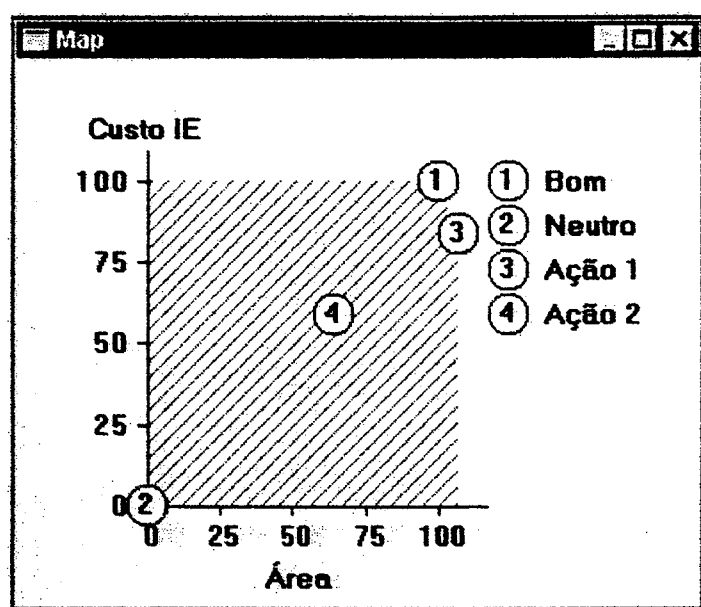


Figura 76. Mapa de Dominância Para os PVF1 e PVF2.

Como o modelo foi construído baseado em julgamentos subjetivos do decisor, é essencial a sua validação para que os resultados alcançados possuam uma confiabilidade maior. Para esta tarefa foram realizadas análises de sensibilidade sobre a importância relativa de cada um dos pontos de vista fundamentais. A análise de sensibilidade procura validar os resultados obtidos com o modelo a partir de variações na taxa de substituição de um dos pontos de vista, mantendo os demais constantes. A seguir estão ilustrados os gráficos de análise de sensibilidade para as três áreas de interesse do problema e para o PVF8 - Geração de Renda (Empregos).

A Figura 77 apresenta a análise de sensibilidade para a área de interesse Implantação. A linha vertical do gráfico mostra a taxa de substituição desta área de interesse, que foi considerada 28%. Caso a importância desta área de interesse fosse aumentada, a avaliação global das Ações 1 (número 3) e 2 (número 4) iria tornar-se mais alta, sendo que a performance da Ação 1 é bem melhor que a da Ação 2.

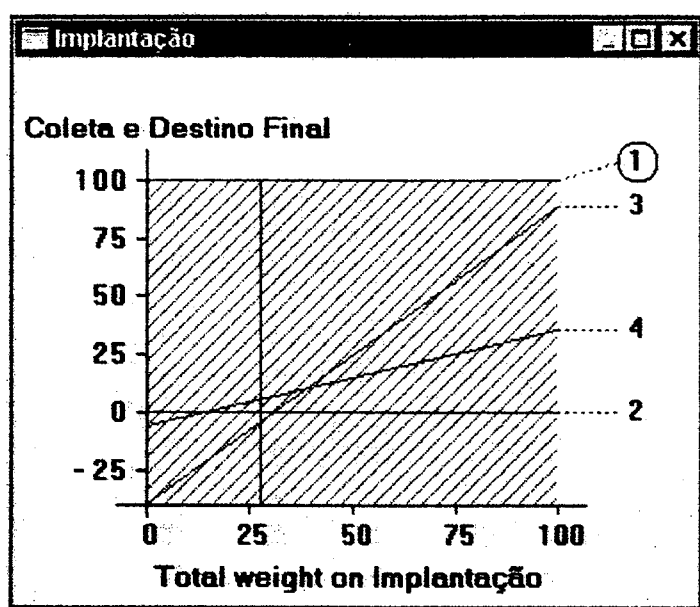


Figura 77. Análise de Sensibilidade Sobre a Área de Interesse Implantação.

A Figura 78 apresenta a análise de sensibilidade para a área de interesse Operação. A linha vertical do gráfico mostra a taxa de substituição desta área de interesse, que foi considerada 23%. Caso a importância desta área de interesse fosse aumentada, a avaliação global das Ações 1 (número 3) e 2 (número 4) iria diminuir consideravelmente, inclusive ficando abaixo do nível Neutro.

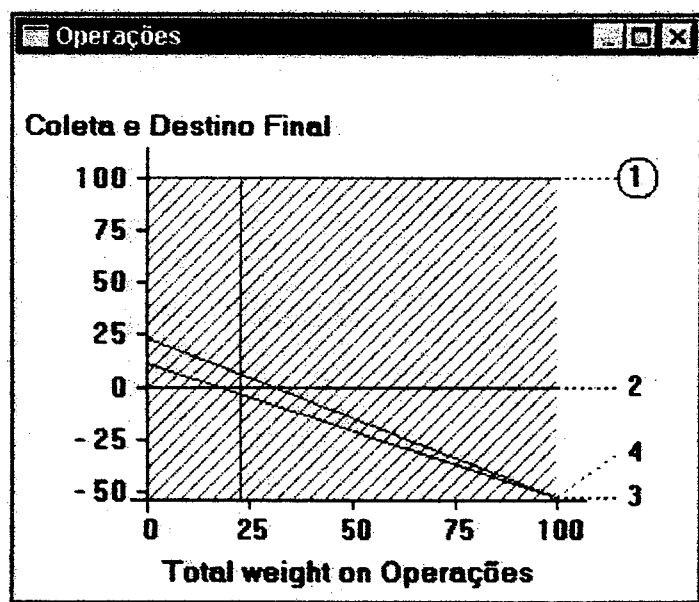


Figura 78. Análise de Sensibilidade Sobre a Área de Interesse Operação.

A Figura 79 apresenta a análise de sensibilidade para a área de interesse Preservação da Saúde Pública. A linha vertical do gráfico mostra a taxa de substituição desta área de interesse que foi considerada 46%. Caso a importância desta área de interesse fosse aumentada, a avaliação global da Ações 1 (número 3) iria diminuir mais ainda, pois com esta taxa ela já está abaixo do nível Neutro, ao passo que a avaliação global da Ação 2 (número 4) iria aumentar. Este fato explica por que, globalmente, a Ação 2 é melhor do que a Ação 1, pois, justamente na área de interesse considerada mais importante pelo decisor, a Ação 1 está abaixo do nível Neutro.

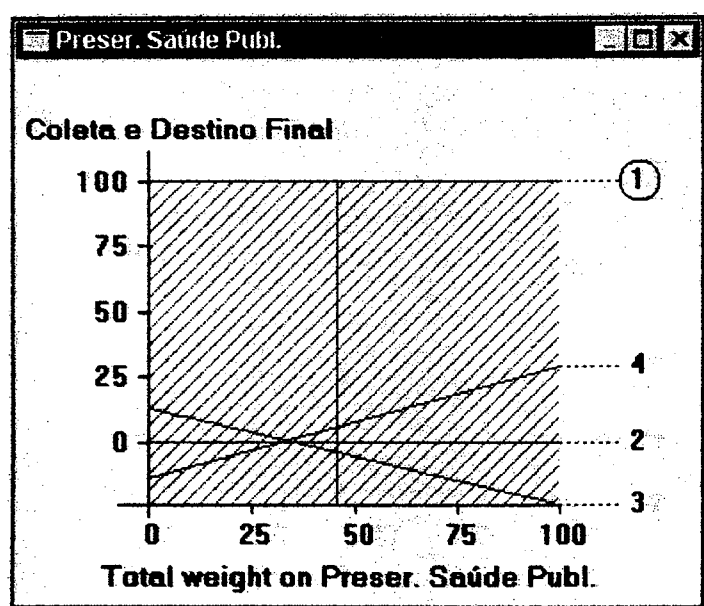


Figura 79. Análise de Sensibilidade Sobre a Área de Interesse Preservação da Saúde Pública.

A Figura 80 apresenta a análise de sensibilidade para o PVF8 - Geração de Renda (Empregos). A linha vertical do gráfico mostra a taxa de substituição deste ponto de vista fundamental que foi considerada 3%. Caso a importância deste ponto de vista fundamental fosse aumentada, a avaliação global da Ações 1 (número 3) iria diminuir mais ainda, pois com esta taxa ela já está abaixo do nível Neutro e a avaliação global da Ação 2 (número 4) também ficaria abaixo do nível Neutro, pois está muito pouco acima deste nível, com a taxa de 3%.

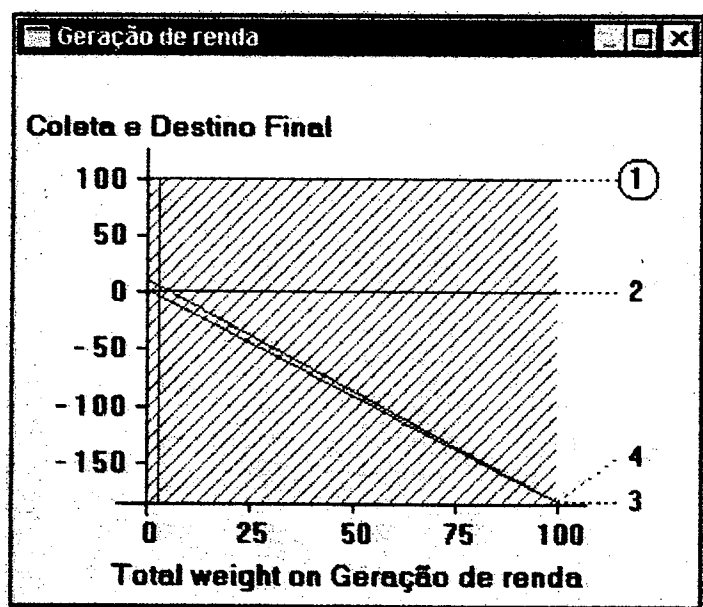


Figura 80. Análise de Sensibilidade Sobre o PVF8 - Geração de Renda (Empregos).

Analizados todos os resultados fornecidos pelo modelo construído e realizada a análise de sensibilidade, passar-se-á então para a etapa de conclusão, que será apresentada no capítulo seguinte.

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo a aplicação de um modelo multicritério de apoio ao processo decisório para aperfeiçoar o Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade de Pelotas e indicar encaminhamentos para os pontos onde o mesmo estava abaixo do nível considerado bom pelo decisor, buscando identificar ações que permitam a melhoria do atual Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da Cidade.

Na aplicação do modelo foram levados em conta os sentimentos e valores do decisor, Sr. Édson Plá Monterroso, Engenheiro Agrônomo, chefe da Divisão de Destinação Final do Lixo do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP). Foram apresentadas as duas fases do modelo: a) a fase de estruturação do problema, na qual, a partir dos elementos primários de avaliação, foi construído um mapa cognitivo, sendo elaborada uma árvore de pontos de vista considerados relevantes na avaliação do Sistema de Coleta e Destino Final do Lixo Doméstico da cidade, onde foram construídos descritores para os mesmos; b) a fase de avaliação, em que foram determinadas escalas de preferência local para cada ponto de vista onde foi construído um descritor, sendo determinadas as taxas de substituição e o perfil de impacto das ações, permitindo uma avaliação global e uma análise dos resultados, sendo validado o modelo construído.

No capítulo anterior foi realizada uma análise onde se constatou que a Ação 2 era globalmente melhor que a Ação 1, isto porque na área de interesse considerada pelo decisor como mais importante, a Ação 2 obteve melhor pontuação que a Ação 1. Nas outras áreas de interesse avaliadas não houve diferença alguma entre as duas ações, sendo que em uma das áreas a Ação 1 obteve melhor pontuação que a Ação 2. Quando foram comparadas as duas ações pôde-se verificar que em muitos pontos de vista a Ação 1 é melhor que a Ação 2 e, ao se compararem as duas ações, separadamente, com a alternativa considerada boa, ou seja, a ação fictícia que possuía, em todos os pontos de vista onde foram construídos descritores, o nível de impacto considerado bom pelo decisor, observou-se que ambas as ações deixam a desejar na maioria dos pontos de vista.

Assim, a partir destas observações foi possível sugerir ao decisor que, se não houver possibilidade de se identificarem outras ações possíveis a serem implantadas, considerando o seu juízo de valor, a Ação 2 é globalmente melhor que a Ação 1, mas, devido a sua baixa pontuação, o melhor seria identificar outras possíveis ações.

Para avaliação e análise dos resultados foi utilizado o software Hiview for Windows, que foi de enorme importância, pois apresenta uma forma bastante rápida e fácil de uso, pois permite a obtenção quase imediata de mapas comparativos e gráficos para análise de sensibilidade, assim como fornece uma análise de robustez das soluções em potencial.

A metodologia multicritério de apoio à decisão auxilia na estruturação do problema, permitindo a criação de um modelo para cada problema específico. Isso ocorre devido ao fato de a construção do modelo ser baseada nos juízos de valor do decisor, dando-lhe um caráter totalmente subjetivo. É importante ressaltar que a fase de estruturação ou formulação do problema é que permite a obtenção e a equiparação dos conhecimentos dos atores envolvidos no sistema do processo de apoio à decisão. Por ser uma metodologia construtivista, permite um aprendizado gradativo, que vai sendo aperfeiçoado e entendido à medida que o processo avança. O decisor mostrou-se bastante receptivo em relação à abordagem apresentada, considerando-a bastante aberta e flexível. Também considerou-a instigante, motivante e criativa, fato este que facilitou o desenvolvimento do trabalho. A abordagem realmente provou ser capaz de gerar e, principalmente, organizar conhecimentos.

Assim, pôde-se concluir que a utilização de uma metodologia multicritério de apoio à decisão permite que o decisor conheça melhor o seu problema, agregando ao modelo critérios subjetivos, permitindo uma escolha mais justa, transparente e racional.

No que se refere à aplicação da metodologia para o problema em questão, conforme parecer também do decisor, a mesma apresentou-se adequada no que se refere aos resultados obtidos. Porém, no processo de avaliação, a obtenção das escalas de valor foi o momento no qual o modelo se tornou menos transparente para o decisor. É essencial, portanto, um trabalho por parte do facilitador para, primeiramente, expor ao decisor qual é a função de seus julgamentos de valor e, em segundo lugar, para validar as escalas obtidas, ou seja, o decisor deve reconhecer que a escala obtida, efetivamente, representa seus julgamentos de valor, confiando desta forma nos resultados obtidos ao final da etapa de avaliação. As informações analisadas na fase de avaliação das ações potenciais devem servir como uma base de aprendizagem para o decisor. Como esta análise resultou na construção

de um modelo de diagnóstico das alternativas em relação aos pontos de vista fundamentais, espera-se que o decisor possa efetivar mudanças que melhor satisfaçam o seu juízo de valores. Este modelo constitui-se em um elemento que gera segurança às eventuais tomadas de decisão, buscando suprir as expectativas do decisor. Uma das maiores vantagens oferecidas pelo modelo é que o decisor, conforme suas preferências, pode tomar decisões graduais – neste caso específico - na busca do aperfeiçoamento do sistema de coleta e destino final do lixo doméstico. Os descritores dos níveis de impacto dos pontos de vista servem como indicadores superficiais de deficiências e de pontos positivos. Um posterior aprofundamento no estudo destas informações indicará como serão operacionalizados os meios necessários (pontos de vista elementares) às transformações necessárias e/ou desejadas.

Além de possibilitar um diagnóstico eficiente, indicando os aspectos positivos e os aspectos que precisam de mudanças, o modelo pode servir como constante fonte de avaliação do sistema atual. O decisor pode, como consequência de seu aprendizado, mesmo após implementar alternativas de ação, desejar agregar outros pontos de vista e modificar qualquer outro elemento da estruturação, sejam os pontos de vista elementares, os descritores dos níveis de impacto, as diferenças de atratividade entre os níveis de impacto e entre os pontos de vista fundamentais ou as respectivas importâncias relativas. Na verdade, este é o princípio do modelo proposto. Ser uma fonte de avaliação e aprendizado com as constantes transformações resultantes de implementação de alternativas, da realidade exterior e consequentes julgamentos, baseados nas preferências do decisor. A aplicação da metodologia Multicritérios de Apoio à Decisão para avaliar o sistema de coleta e destino final do lixo doméstico da cidade de Pelotas foi muito eficaz, pois mostrou a melhor ação global a ser tomada e, ao mesmo tempo, as melhorias que precisam ser feitas em pontos individuais nas duas alternativas existentes.

BIBLIOGRAFIA

ACKERMAN, F., EDEN, C. & CROPPER, S. **Getting Started with Cognitive Mapping**. Artigo fornecido com o Software COPE, 1995.

BANA e COSTA, C.A. **Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Decision**. Thèse de doctorat pour l'obtention du titre de Docteur em Ingénierie de Systèmes. Lisboa: Instituto Técnico Superior, Universidade Técnica de Lisboa, 1992.

BANA e COSTA, C.A. . **Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, Actores e Acções. Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão**. Florianópolis: ENE/UFSC, Ago. 1995a.

BANA e COSTA, C.A. . **Três Convicções Fundamentais na Prática do Apoio à Decisão. Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão**. Florianópolis: ENE/UFSC, Ago. 1995b.

BANA e COSTA, C.A. . **O que Entender por Tomada de Decisão Multicritério ou Multiobjectivo? Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão**. Florianópolis: ENE/UFSC, Ago. 1995c.

BANA E COSTA, C. A. **Métodos de Decisão Multicritério e Aplicações. Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão**. Florianópolis: ENE/UFSC, Ago. 1995d.

BANA e COSTA, C.A. ., FERREIRA, J.A. .A. ., VANSNICK, J.C. **Avaliação Multicritério de Propostas: o Caso de uma Nova Linha do Metropolitano de Lisboa. Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão**. Florianópolis: ENE/UFSC, Ago. 1995.

- BANA E COSTA, C. A. e VANSNICK, J.C. A Theoretical Framework for Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH). **XIth International Conference on MCDA**. Ago. (1994)
- BANA E COSTA, C. A. e VANSNICK, J.C. Uma nova Abordagem ao Problema da Construção de uma Função de Valor Cardinal: MACBETH. **Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão**. Florianópolis: ENE/UFSC, 1995.
- BANXIA SOFTWARE Ltda. **Decision Explorer**. Glaskow: 1995.
- CORRÊA, E.C. **Construção de um Modelo Multicritério de Apoio ao Processo Decisório**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: ENE/UFSC, 1996.
- COSSETE, P.; AUDET, M. Mapping of na Idiosyncratic Schema. **Journal of Management Studies**, v. 29, nº 3, pp 325-349, 1992 .
- COSTA, Alessandro P. **Metodologias Multicritérios em Apoio à Decisão para Seleção de Cultivares de Arroz para Lavouras no Sul do Estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: EPS/UFSC, 1996.
- EDEN, C., JONES; S., SIMS, D. **Messing about in Problems – In Informal Structured Approach to their Identification and Management**. Pergamon Press, 1983.
- EDEN, C. Cognitive mapping. **European Journal of Operational Reserch**, n. 36, p. 1-13, 1988.
- ENSSLIN, L. *et alii*: **Introdução a MCDA**. Florianópolis: EPS/UFSC, 1997.
- ENSSLIN, L. **Notas de Aula das Disciplinas Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão I, II e III**. Florianópolis: UFSC, 1997.
- ENSSLIN, L.; NORONHA, S. **Uma Visão Geral do Software Hiview**. Florianópolis: EPS/UFSC, 1997.
- GOODWIN, P. & WRIGHT, G. **Decision Analysis for Management Judgment**. Chichester: John Wiley & Sons, 1991.

HOLZ, E.; COSTA, A.; MARTINS, F.; S. JUNIOR, F. **As Convicções do Processo de Apoio à Decisão**. Apostila da disciplina MCDA I. Florianópolis: EPS/UFSC, 1997.

KEENEY, R. L. **Value Focused Thinking: A Path to Creative Decision Making**. London: Harvard University Press, 1992.

KEENEY, R.L. & RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs**. Chichester: John Wiley & Sons, 1976.

MARTINS, Franco M. **Aplicação de Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Avaliação de Políticas de Gerenciamento de Máquinas Colheitadeiras em uma Empresa Orizícola**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: EPS/UFSC, 1996.

MONTIBELLER NETO, G. **Mapas Cognitivos: Uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Problemas**. Florianópolis - Brasil, 1996. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: EPS/UFSC, 1996.

von WINTERFELDT, D. & EDWARDS, W. **Decision Analysis and Behavioral Research**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

ZANELLA, I.J. **As problemáticas técnicas no apoio à decisão em um estudo de caso de sistemas de telefonia móvel celular**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: EPS/UFSC, 1996.